



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Efectos del concreto y cerámico reciclado en las propiedades
físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos
rígidos en Puno 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil**

AUTORA:

Quispe Vargas, Cinthia Soledad (orcid.org/0000-0003-3450-3813)

ASESOR:

Dr. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (orcid.org/0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Expreso mi gratitud al ser divino (DIOS) por las diversas oportunidades presentadas en cada circunstancia, que abarcan aspectos favorables y desfavorables, al dedicar esta presente investigación.

Expreso mi gratitud a mi señora madre, Elizabeth Adela Vargas Layme, por su inquebrantable apoyo y sus palabras fundamentalmente para permitirme alcanzar todas mis metas.

Expreso mi gratitud a mis hermanas, Leydi Karen y María Jesús Celeste, cuyo amor y apoyo inquebrantables han servido como fuentes constantes de motivación, instándome a perseverar. Para ellas es importante he de reconocer que mis logros están intrínsecamente ligados a los suyos.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud al Dr. Abel Muñiz Paucarmayta por orientarme, basándose en su amplia experiencia y su profunda perspicacia.

Expreso mi gratitud a las personas que han prestado su ayuda en diversas funciones a lo largo de la realización de esta investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUÑIZ PAUCARMAYTA ABEL ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "EFECTOS DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDOS EN PUNO 2023", cuyo autor es QUISPE VARGAS CINTHIA SOLEDAD, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 27 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MUÑIZ PAUCARMAYTA ABEL ALBERTO DNI: 23851049 ORCID: 0000-0002-1968-9122	Firmado electrónicamente por: AMUNIZP02 el 27-02- 2024 02:44:21

Código documento Trilce: TRI - 0738865



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, QUISPE VARGAS CINTHIA SOLEDAD estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EFECTOS DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDOS EN PUNO 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
QUISPE VARGAS CINTHIA SOLEDAD DNI: 70148056 ORCID: 0000-0003-3450-3813	Firmado electrónicamente por: CQUISPE89 el 28-02- 2024 13:41:27

Código documento Trilce: INV - 1542161

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LA AUTORA.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación	24
3.2. Variables y operacionalización.....	25
3.3. Población, muestra y muestreo	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5. Procedimientos	30
3.6. Método de análisis de datos.....	35
3.7. Aspectos éticos.....	36
IV. RESULTADOS	37
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS.....	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad muestral de probetas	26
Tabla 2. Validez por juicio de expertos	28
Tabla 3. Ensayo de esclerometría	31
Tabla 4. Norma utilizada	33
Tabla 5. Características físicas de los agregados	33
Tabla 6. Granulometría de los agregados	34
Tabla 7. Diseño de la mezcla plástica.....	34
Tabla 8. Cálculo de materiales.....	35
Tabla 9. Análisis del volumen de vacíos	35
Tabla 10. Análisis de la durabilidad	35
Tabla 11. Análisis de la resistencia a la flexión	36
Tabla 12. Análisis de la resistencia a compresión.....	36
Tabla 13. Resultado del volumen de vacíos - 28 días.....	37
Tabla 14. Resultado de la durabilidad - 28 días	38
Tabla 15. Resultado de la resistencia a la flexión - 28 días	39
Tabla 16. Resultado de la resistencia a la compresión - 7 días	40
Tabla 17. Resultado de la resistencia a la compresión - 14 días	41
Tabla 18. Resultado de la resistencia a la compresión - 28 días	42
Tabla 19. ANOVA – ABS%	43
Tabla 20. ANOVA – Durabilidad	44
Tabla 21. ANOVA – Resistencia a flexión	44
Tabla 22. ANOVA – Resistencia a compresión	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pavimento rígido.	3
Figura 2. Componentes del pavimento rígido.	14
Figura 3. Acondicionamiento de probetas.	21
Figura 4. Durabilidad del concreto.	22
Figura 5. Interpretación de validez.	28
Figura 6. Estadística de confiabilidad.	29
Figura 7. Interpretación de confiabilidad.	30
Figura 8. Muestra de concreto reciclado.	31
Figura 9. Muestra de cerámico reciclado.	31
Figura 10. Cantera Yocara Cabanillas.	32
Figura 11. Curva del volumen de vacíos – 28 días.	37
Figura 12. Curva de desgaste del concreto – 28 días.	38
Figura 13. Curva de resistencia a la flexión – 28 días.	39
Figura 14. Curva de resistencia a la compresión – 7 días.	40
Figura 15. Curva de resistencia a la compresión – 14 días.	41
Figura 16. Curva de resistencia a la compresión – 28 días.	42

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Los términos en esta lista se utilizaron en este estudio.

<i>A/C</i>	=	Relación agua cemento.
<i>ABS%</i>	=	Absorción al agua.
<i>AFN</i>	=	Agregado fino natural.
<i>AGN</i>	=	Agregado grueso natural.
<i>ASTM</i>	=	Sociedad estadounidense para pruebas y materiales.
<i>D_{1,2,3,4}</i>	=	Dimensiones...
<i>DCR</i>	=	Restos de construcción y demolición.
<i>f_c</i>	=	Resistencia especificada a la compresión.
<i>FA</i>	=	Cenizas volantes.
<i>GGBS</i>	=	Escoria molida de alto horno.
<i>kN</i>	=	Kilo newton.
<i>MC</i>	=	Muestra control.
<i>MN</i>	=	Mucílago de nopal.
<i>Mr</i>	=	Resistencia especificada a la flexión.
<i>MS</i>	=	Microsílice
<i>NA</i>	=	Agregado natural.
<i>NTP</i>	=	Norma Técnica Peruana.
<i>OPC</i>	=	Cemento Portland Ordinario.
<i>RA</i>	=	Agregado reciclado.
<i>RAP</i>	=	Pavimentos de asfalto recuperado.
<i>RC</i>	=	Concreto reciclado.
<i>RCA</i>	=	Agregado de concreto reciclado.
<i>RCE</i>	=	Cerámico reciclado.
<i>RCEA</i>	=	Agregado de cerámico reciclado.
<i>SCC</i>	=	Concreto autoportante.
<i>SCM</i>	=	Materiales cementosos suplementarios.
<i>SLUMP</i>	=	Trabajabilidad del concreto.
<i>TMN</i>	=	Tamaño máximo nominal.
<i>V_D</i>	=	Variable dependiente.
<i>V_I</i>	=	Variable independiente.
<i>ZSF</i>	=	Humo de sílice de circonio.

RESUMEN

El problema de los pavimentos rígidos es que sus propiedades cambian con el tiempo y disminuyen gradualmente a medida que envejecen. El objetivo es analizar el efecto del concreto reciclado (RC) y cerámico reciclado (RCE) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023. La metodología fue tipo aplicada, cuantitativo, experimental y explicativo. La muestra fueron 90 probetas y el muestreo no probabilístico. Se utilizaron combinaciones proporcionales de RC y RCE de 5%+2.5%, 7.5%+5%, 10%+7.5%, 12.5%+10% y una muestra control (MC) sin contenido de RC y RCE. Los resultados indican que la menor absorción de agua (ABS%) alcanzó valores de 3.42 ± 0.22 g/cm³ con la mezcla de 7.5%+5%. La durabilidad del concreto obtuvo un menor desgaste de $0.12\% \pm 0.26\%$ con la mezcla de 5%+2.5%. La resistencia a flexión (Mr) a los 28 días logró mayor resistencia de 31.56 ± 0.19 kg/cm² con la mezcla de 5%+2.5%. La resistencia a compresión (f'c) alcanzó a 28 días resistencia máxima de 325.07 ± 1.80 kg/cm². Se concluye que, para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, la mezcla de 7.5%+5% es la óptima; por consiguiente, la incorporación de agregado reciclado (RA) influye significativamente en el pavimento rígido.

Palabras clave: Absorción de agua, cerámico reciclado, concreto reciclado, pavimento rígido, resistencia física y mecánica.

ABSTRACT

The problem with rigid pavements is that their properties change over time and gradually diminish as they age. The objective is to analyze the effect of recycled concrete (RC) and recycled ceramic (RCE) on the physical and mechanical properties of concrete applied to rigid pavements, Puno 2023. The methodology was applied, quantitative, experimental and explanatory. The sample consisted of 90 specimens and the sampling was non-probabilistic. Proportional combinations of RC and RCE of 5%+2.5%, 7.5%+5%, 10%+7.5%, 12.5%+10% and a control sample (MC) without RC and RCE content were used. The results indicate that the lowest water absorption (ABS%) reached values of $3.42 \pm 0.22 \text{ g/cm}^3$ with the mixture of 7.5%+5%. The durability of the concrete obtained a lower wear of $0.12\% \pm 0.26\%$ with the mix of 5%+2.5%. The flexural strength (M_r) at 28 days achieved higher strength of $31.56 \pm 0.19 \text{ kg/cm}^2$ with the 5%+2.5% mixture. The compressive strength (f'_c) reached a maximum strength of $325.07 \pm 1.80 \text{ kg/cm}^2$ at 28 days. It is concluded that, to improve physical and mechanical properties, the mixture of 7.5%+5% is optimal; therefore, the incorporation of recycled aggregate (RA) has a significant influence on rigid pavement.

Keywords: Water absorption, recycled ceramics, recycled concrete, rigid pavement, physical and mechanical resistance.

I. INTRODUCCIÓN

Los pavimentos rígidos contribuyen a realzar el nivel poblacional, debido a su importancia en los procesos que impulsan el crecimiento de un país.

A nivel mundial, según CONSTRUNEIC (2023) afirma que las fallas de los pavimentos son un problema frecuente en las infraestructuras viales. Aunque el pavimento rígido es conocido por su resistencia, son vulnerables a muchos tipos de fallos que pueden socavar su funcionalidad y tiempo de vida (párr. 1).

A nivel internacional, según Liu, Liu y Wang (2020), señalan que, en China, los proyectos de pavimentos rígidos son cada vez más frecuentes a medida que el país entra en una nueva era de rápido crecimiento urbanístico. Además, aumentan los DCR, cuya gestión plantea retos por factores de presencia de escombros en terrenos valiosos, su contribución a la contaminación atmosférica y su uso de materias primas (p. 37237). Del mismo modo, según Yu et al. (2021) aseveran que el sector holandés de la construcción está trabajando para conseguir una producción limpia, ya que el 95% de los DCR se reciclan, pero el valor del material no se recupera totalmente. Además, la simbiosis industrial es un facilitador crucial de la economía circular desde el punto de vista del reciclaje, teniendo como factor resultante el aporte a la descontaminación (p. 1).

A nivel nacional, el Ministerio del Ambiente aprobó el reglamento de gestión y manipulación de restos sólidos en proyectos menores de construcción y demolición, según el DS-N.º 003-2013-VIVIENDA, enmarcado en la política ambiental nacional (Morales et al. 2016). Como expresan Elías et al. (2020), el impacto de utilizar RCA al medioambiente y la reconstrucción de residencias en la ciudad de Huamachuco, La Libertad. Se ha propuesto usar RC y RCE como materia prima en la producción de concretos para la fabricación de pavimentos de concreto, con el fin de mitigar la contribución de la ciudad a las emisiones de gases de consecuencia invernáculo originarios de las obras de construcción. Estos efectos del cambio climático obligan a recurrir a medidas drásticas como el reciclaje de DCR, y a evitar la dilapidación del NA que se explota sin control (pp. 16-17).

A nivel local, se presenta la realidad problemática en la región de Puno. Los agentes climáticos propios de la ciudad, la rotura de las redes de agua y alcantarillado, la incorrección de mantenimiento por parte de la dirección administrativa y el uso de vehículos para los que las vías no estaban previstas han contribuido a la degradación constante de las vías de concreto rígido. En diferentes puntos del centro de la ciudad, se observa cómo el pavimento rígido se deterioró conforme envejeció. Esta degradación se manifiesta en muchos fallos que reducen drásticamente el nivel de servicio de una carretera o vía pavimentada. Estos problemas surgen porque las características en las que se comporta un pavimento varían con el tiempo, al estar en su mejor momento al principio de la vida y declinar a medida que se acercan al final de sus años productivos. Este efecto se presenta porque las fallas en los pavimentos rígidos son causadas por diversas procedencias. Suelen ser los más frecuentes agregados blandos, un mal acabado superficial, un curado inadecuado y una mala calidad del relleno de juntas. A esto se suma la baja presión atmosférica que altera las propiedades del pavimento rígido, la mala calidad de la mano de obra y los efectos del factor patológico de la altitud de la ciudad (unos 3.827 msnm) que hacen que el concreto se fisure constantemente. En este sentido, la población sufre cuando se hacen reparaciones o nuevas construcciones, ya que la accesibilidad, el comercio y los suministros esenciales como la gasolina, los alimentos y los servicios de agua se interrumpen con frecuencia. A la vez, este estudio ofrece una solución económica a un problema identificado, puesto que el concreto y la cerámica pueden reciclarse una vez demolidos. Tanto es así que da solución a una parte de la sociedad en la sustitución de los NA como producción de AGN, desacerando el desvanecimiento de los minerales naturales por su uso desnaturalizado de las canteras tradicionales, cumpliendo con una metrópoli más limpia y libre de toxinas.

La Figura 1 ilustra la aparición de grietas por tensiones que superan la capacidad de resistencia del material para soportarlas. Estas se observan con frecuencia en la superficie del pavimento rígido. La imagen corresponde a la avenida Circunvalación Este, entre los Jirones Sucre y Lambayeque, distrito Juliaca, provincia San Román, departamento Puno.



Figura 1. Pavimento rígido.

Fuente: Autoría propia

El presente estudio estableció la realidad problemática, por lo que formula como problema general: ¿Cuánto es el efecto del RC y RCE en las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023?

Del mismo modo, se plantaron los problemas específicos: El primero: ¿Qué efecto tiene el RC y RCE en el volumen de vacíos en la ABS% de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023? El segundo: ¿Qué efecto tiene el RC y RCE en la durabilidad de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023?, y el tercero: ¿Qué efecto tienen el RC y RCE en la M_r de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023?, y el cuarto: ¿Qué efecto tienen el RC y RCE en la f'_c de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023?

Siguiendo la secuencia del capítulo de introducción se presentan las justificaciones del problema:

Desde una perspectiva teórica, según Bernal (2016) argumenta que el objetivo es incitar a la discusión y el debate entre las investigaciones existentes que ya han establecido hechos (p. 63). Con esta clásica definición, el estudio consideró investigaciones previas sobre el conocimiento del pavimento rígido, incorporando la norma vigente para analizar conclusiones y los criterios predeterminados de la resistencia del pavimento rígido.

Desde una perspectiva práctica, según Bernal (2016) define la justificación práctica como la utilización de los resultados de la investigación para abordar y resolver directamente los problemas que surgen dentro del estudio (p. 138). Este estudio abordó resolver el problema del pavimento rígido aplicando normas nacionales e internacionales; estas normas corroboraron si el RC y RCE cumplen la resistencia física y mecánica del concreto.

Desde un punto de vista metodológico, según Bernal (2016) sostiene que los investigadores deben proporcionar una justificación metodológica al introducir una metodología novedosa que pueda ofrecer información precisa y fiable (p. 107). Según esta descripción, este estudio desarrolló instrumentos para recopilar y analizar datos precisos y fiables con un enfoque experimental que implicaba usar diferentes proporciones de RC y RCE en reemplazo parcial del NA.

Desde un punto de vista social, según Ñaupas et al. (2018) define la justificación social como la capacidad de la investigación para abordar y resolver eficazmente los problemas sociales que impactan a un determinado grupo (p. 221). El uso de RC y RCE en el estudio contribuye al medioambiente y mejora sus propiedades físico-mecánicas, a menudo afectadas por las malas prácticas de construcción y las limitaciones económicas de mantener un pavimento rígido, lo que repercute en la sociedad en general.

En este contexto, la presente investigación estableció el objetivo general: Analizar el efecto del RC y RCE en las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023.

Se establecieron los objetivos específicos: El primero: Estimar los efectos del RC y RCE en el volumen de vacíos en la ABS% de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023, el segundo: Evaluar los efectos del RC y RCE en la durabilidad de las propiedades físicas y mecánicas aplicadas a pavimentos rígidos, Puno 2023, el tercero: Calcular los efectos del RC y RCE en la M_r de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno, 2023, y el cuarto: Cuantificar los efectos del

RC y RCE en la $f'c$ de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023.

Finalmente, planteados los problemas y establecidos los objetivos, se fijó la hipótesis general: El RC y RCE tienen efectos significativos en las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023.

Así también, se plantearon las hipótesis específicas; el primero: El RC y RCE tiene efectos positivos en el volumen de vacíos en la ABS% de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023, el segundo: El RC y RCE tiene efectos significativos en la durabilidad de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023, el tercero: El RC y RCE tiene efectos considerables en la M_r de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023 y el cuarto: El RC y RCE tiene efectos moderados en la $f'c$ de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes nacionales: son investigaciones previas de 2019 a 2023 relevantes y relacionadas con el tema del estudio. Estos proporcionan el título, objetivo, metodología, resultados y conclusiones.

Primero: según el autor Mallqui (2023) en su estudio de grado tuvo como objetivo: Determinar el impacto de la adición de 16%, 32% y 48% de RC en la mejora de las características físico-mecánicas del diseño de pavimento rígido... La metodología fue aplicada, cuantitativa, nivel explicativo y diseño experimental. La población estuvo compuesta por todos los pavimentos rígidos de diseño de 280 kg/cm² en la ciudad de Lima, 2023. La muestra la conformaron 48 especímenes, entre cilíndricas y rectangulares. El muestreo fue no probabilístico, la técnica fue observación directa y el instrumento la ficha de recojo de datos. Utilizó mezclas de RC en porcentajes de 0%, 16%, 32% y 48%, respectivamente. Los resultados presentan que la resistencia media en edades de 7, 14 y 28 días la MC obtuvo $f'c$ de 238, 285 y 310 kg/cm², mientras que para el porcentaje de 16%, 32% y 48% de RC lograron resistencias en edad de 7 días de 258, 228 y 215 kg/cm², para edad de 14 días de 228, 306 y 262 kg/cm² y para edad de 28 días de 215, 290 y 250 kg/cm². La M_r alcanzó para la MC 43 kg/cm², los porcentajes de 16%, 32% y 48% de RC alcanzaron resistencias de 48, 45 y 41 kg/cm², respectivamente. Concluyó que, el aumento de la proporción de adición de CR disminuye generalmente el valor medido de $f'c$ en todos los casos. La adición de un 16% de RC permite alcanzar la $f'c$ más elevada, superando el valor del concreto normal. La inclusión de 16%, 32% y 48% de RC influye positivamente a la mejora de las características físicas y mecánicas de la estructura rígida del pavimento.

Segundo: según Martínez (2020) en su estudio de grado, tuvo como objetivo: Evaluar la influencia de RCA, como AGN en el desempeño de las características físico-mecánicas de concretos... La metodología fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental. La población la conformaron todos los diseños de mezclas de concreto con RCA de resistencia de 280 kg/cm² de la ciudad de Lambayeque, Chiclayo 2020. La muestra total la conformaron 144 probetas

cilíndricas y rectangulares compuestas con porcentajes variables de 0%, 15%, 25% y 50% de RCA. El muestreo fue no probabilístico, la técnica fue de observación directa y el instrumento la ficha de recojo de datos. Se realizaron ensayos de resistencia mecánica para evaluar la $f'c$ y Mr . Los resultados alcanzaron resistencias medias para la $f'c$ en edades de 7, 14 y 28 días. La MC obtuvo resistencias de 233.33, 267 y 314.67 kg/cm^2 , mientras que con porcentajes de 15% de RCA obtuvieron resistencias de 230, 244.33 y 291.33 kg/cm^2 . Para 25% de RCA fue de 232, 247.33 y 289 kg/cm^2 y para el 50% de RCA fueron de 196.33, 235 y 287.66 kg/cm^2 . Similarmente, la Mr a edad de 28 días, la MC logró resistencias de 63.82 kg/cm^2 , mientras que para porcentajes de 15% de RCA alcanzó resistencias de 48.33 kg/cm^2 , para 25% de RCA de 46.33 kg/cm^2 y para el 50% de RCA de 44.48 kg/cm^2 , respectivamente. Concluyó que, la mezcla de concreto con 15% de RCA adquirió las mayores características en relación con la $f'c$ de 280 kg/cm^2 y de un 4% de resistente que la diseñada, y con relación a la Mr se alcanzaron resistencias semejantes a las del MC que obtuvo un 76% en relación de este último. Determinó que la adición del 15% de RCA es la mezcla óptima para mejorar las propiedades físico-mecánicas.

Tercero: según Guerrero (2022) en su estudio de grado, tuvo como objetivo: Investigar el impacto del RCR en las características del concreto con una mezcla de $f'c$ 210 kg/cm^2 ... La metodología fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y nivel explicativo. La población consistió en todos los residuos de cerámicos generados en las construcciones civiles en la ciudad de Jaén, Cajamarca, 2022. La muestra estuvo conformada por un total de 48 especímenes, entre cilíndricas y rectangulares con diseño de $f'c$ de 210 kg/cm^2 , las mismas que se establecieron en porcentajes variables de 0%, 5%, 10% y 15% de RCE. El muestreo fue no probabilístico, la técnica fue observación directa y el instrumento la ficha de recojo de datos. Se realizaron ensayos en edades de 7, 14 y 28 días para la $f'c$ y Mr . Los resultados muestran que la $f'c$ con adición de RCE alcanzaron resistencias para edades de 7, 14 y 28 días. La MC alcanzó resistencias de 132, 189 y 215 kg/cm^2 , mientras que para la proporción de 5% de RCE fueron 198, 287 y 307 kg/cm^2 , para 10% RCE fue de 202, 239 y 321 kg/cm^2 y para 15% de RCE fueron de 219, 258 y 283 kg/cm^2 . De la misma forma, la Mr a edad de 28 días

alcanzó para la MC 30 kg/cm², mientras que el 5% de RCE 31 kg/cm², para el 10% de RCE 35 kg/cm² y para el 15% de RCE fue de 33 kg/cm², respectivamente. Conclusión: el estudio llega a la conclusión que la mayor resistencia se alcanzó cuando se aplicó una dosificación del 10% de RCE, donde se logró una f'c de 321.23 kg/cm², generando un aumento de la resistencia del 49.57% con relación al MC. Mientras que para la mayor Mr se dio con un valor de 34.85 kg/cm², el cual es superior a la Mr del concreto de la MC en un 18.08%.

Cuarto: según Paredes (2022) en su estudio de grado, tuvo como objetivo: Analizar la influencia del MN en las características del concreto en estado fresco y endurecido para una f'c de 210 kg/cm². La metodología fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental. La población la constituyó el total de MN de la ciudad de Chiclayo, 2022. La muestra la conformaron 24 testigos para ensayos de resistencia de desgaste y ABS%. Se estableció dosificaciones en porcentajes de SLUMP+0%MN, SLUMP+1%MN, SLUMP+2%MN y SLUMP+3%MN para edades de 28 días, respectivamente. Los resultados muestran que el ensayo de ABS% del concreto alcanzaron velocidades promedio para la combinación de SLUMP+0% de 4.095 (g/m². s^{0.5}), para la combinación de SLUMP+1%MN 2.809 (g/m². s^{0.5}), para SLUMP+2%MN 2.368 (g/m². s^{0.5}) y para SLUMP+3%MN 3.744 (g/m². s^{0.5}). De manera similar, la resistencia a la durabilidad alcanzó resistencias promedio para la combinación de SLUMP+0% de 0.658%, para SLUMP+1%MN 0.476%, para SLUMP+2%MN 0.684% y para SLUMP+3%MN 0.426%, respectivamente. Concluyó que, la velocidad de ABS% con las tres combinaciones de SLUMP+1%MN, SLUMP+2%MN y SLUMP+3%MN logran cumplir con lo establecido por la norma CIRSOC-201 (Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles). Con respecto a la resistencia de la durabilidad, el menor porcentaje de desgaste en el concreto se dio con la mezcla de SLUMP+3%MN. Por lo que, estableció que la combinación óptima para mejorar la propiedad del concreto es con la de SLUMP+3%MN.

Quinto: según Ancco (2022) en su estudio de grado, tuvo como objetivo: Demostrar la influencia de la aplicación y reutilización del RC y RCE en la mejora de las características del concreto en pavimentos rígidos. La metodología fue de

tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y nivel explicativo. La población la conformó todo el conjunto de RC y RCE de la ciudad de Puno 2023. La muestra se formó por 36 probetas cilíndricas y rectangulares, las mismas que se sometieron a diferentes ensayos en edades de 7, 14 y 28 días, dosificaron en combinaciones de RC15%+RCE20%, RC25%+RCE20% y RC35%+RCE20%, respectivamente. Los resultados muestran que la MC alcanzó $f'c$ en edades de 7, 14 y 28 días. Las resistencias fueron de 152.99 kg/cm², 185.70 kg/cm² y 229.42 kg/cm². Las combinaciones de RC15%+RCE20% obtuvieron resistencias de 139.94 kg/cm², 170.01 kg/cm² y 201.17 kg/cm². Las combinaciones de RC25%+RCE20% lograron resistencias de 128.71 kg/cm², 159.08 kg/cm² y 182.18 kg/cm². Finalmente, las combinaciones de RC35%+RCE20% alcanzaron resistencias de 117.42, 124.29 y 164.95 kg/cm², respectivamente. Concluyó que, la $f'c$ a edades de 7, 14 y 28 días, las $f'c$ de los especímenes combinados con RC15%+RCE20%, RC25%+RCE20% y RC35%+RCE20%, no superan a la $f'c$ de la MC. Además, comparado con la norma ASTM C39 y la NTP 339.034, tampoco cumplen los requisitos mínimos establecidos por estas normas. Por lo que determinó que utilizar combinaciones de RA y RCE en altos porcentajes, la resistencia mecánica tiende a disminuir.

Antecedentes internacionales, son estudios entre los años 2019 y 2023 realizados fuera del país, y relacionados con las variables objeto de estudio, que se compone de título, objetivo, metodología, resultados y conclusiones.

Primero: según Akihito Boa, Jésera y Lino (2023) en su artículo científico tuvieron como objetivo analizar la viabilidad técnica del uso de material reciclado en el comportamiento físico y mecánico del RA en mezclas de concreto para pavimentos rígidos. La metodología fue de diseño experimental. Tras recoger datos, los residuos se sometieron a trituración, posterior granulación y separación en fracciones para utilizarse nuevamente en una nueva mezcla con sustitución del 40% y 100% de NA por RC estructural. En la misma mezcla, se compararon estas mezclas con una MC. El proceso de muestreo se basó en el tamaño de partícula y tipo de agregado, su forma y características fundamentales. Se realizaron ensayos de $f'c$ que se evaluaron a la edad de 3, 7 y 28 días, respectivamente. Los resultados muestran que la $f'c$ en edades de 3, 7 y 28 días obtuvo resistencias promedio de

21.35 MPa, 28.77 MPa y 39.18 MPa con la MC, mientras que con la mezcla de RC alcanzó resistencias de 15.7 MPa, 20.96 MPa y 27.95 MPa. Las mezclas de RC y parcialmente reciclado tuvieron menor resistencia que el concreto convencional, no decolorando su uso, ya que la resistencia a los 28 días tuvo un valor mayor a 25 MPa, que es el valor mínimo estandarizado por la norma de la Comisión de Transportes y Comunicaciones de África Austral. Concluyeron que, el concreto producido con RC tuvo un buen comportamiento que permitió reducir la contracción y aumentar la resistencia. Los valores de resistencia a 28 días de 27.95 y 39.18 MPa para mezclas con RA aprueban el uso del concreto para capa superficial de pavimento rígido, así como en mezclas de concreto para rehabilitación de carreteras, garantizando el rendimiento de un pavimento nuevo.

Segundo: según Rout et al. (2023) en su artículo científico tuvieron como objetivo la caracterización secuencial del agregado de RAP para obtener proporciones optimizadas de resistencia. Metodología: la metodología fue de diseño experimental, para ello se utilizaron agregados de RAP para la sustitución de NA en la mezcla de concreto, la cual se logró en proporciones variables que van entre 0% y 100%. Además, utilizaron ZSF como reemplazo parcial de la mezcla de concreto al OPC. Realizaron ensayos de f_c , M_r y $ABS\%$ para calcular la resistencia en edades de 7, 28 y 56 días, respectivamente. Resultados: los resultados presentaron resistencias en edades de 7 y 28 días. La f_c la MC alcanzó resistencias de 31.56 ± 0.34 MPa y 46.16 ± 0.89 MPa. Mientras que para el porcentaje de 15% se lograron resistencias máximas de 43.7 ± 0.73 MPa a edad de 7 días y para la edad de 28 días fue de 54.49 ± 0.83 MPa con el 20%. En cuanto a la M_r de la MC, obtuvo resistencias de 3.50 ± 0.19 MPa y 4.47 ± 0.34 MPa en edad de 7 y 28 días. De manera similar, el porcentaje de 5% logró resistencias máximas de 3.69 ± 0.25 MPa a edad de 7 días y para edad de 28 días fue de 4.85 ± 1.23 MPa con el 15%. Con respecto a la $ABS\%$ se observó que el 1.9% en RAP20%, el 13.3% en RAP40%, el 64.3% en RAP60%, el 29.2% en RAP80% y el 50% en RAP100% mostraron disminuciones en la $ABS\%$ a los 28 días. De manera similar, se observaron aumentos en la $ABS\%$ en edad de 56 días, con porcentajes de 54.5%, 43.2%, 49.0%, 47.8% y 63.3% para RAP20%, RAP 40%, RAP60%, RAP80% y RAP100%. Concluyeron que, hasta un 40% de RAP en presencia de un 10% de

ZSF cambia marginalmente en la $f'c$ de 7 días. Las mezclas RAP de 60%, 80% y 100% redujeron el valor de resistencia casi igual al 36.8%, 36.7%, 31.6%, 2.9% y 19.3% con respecto a la MC. Un comportamiento similar se observó en la $f'c$ y a la Mr de las mezclas de concreto a los 28 y 56 días. Los RAP se consideran una respuesta potencial a largo plazo a la actual crisis medioambiental y económica.

Tercero: según Abdulrasool y Rasheed (2020) en su artículo científico, tuvieron como objetivo estudiar la eficiencia del agente de curado interno que proporciona un residuo cerámico local como AFN sobre el concreto de alto rendimiento. La metodología fue de tipo aplicada, cuantitativo y experimental. Se examinaron dos losas diferentes de SCC sin y con AFN de cerámicos con dos porcentajes diferentes de reemplazo 10% y 20% del volumen en tres edades de 60, 120 y 180 días de curado del concreto para mostrar el desarrollo de las propiedades sostenibles del concreto en lo estructural. La resistencia del concreto se midió en kN. Los resultados demuestran que el ensayo de Mr la MC obtuvieron resistencias de 88.3 kN, 131.0 kN y 158.6 kN, mientras que para el porcentaje del 10% de RCE fue de 74.3 kN, 149.3 kN y 160.6 kN. De la misma manera, para el porcentaje de 20% de RCE alcanzaron resistencias de 80.9 kN, 150.5 kN y 168.6 kN, respectivamente. Concluyeron que, la carga última de las losas de concretos a 180 días con un porcentaje del 10% tuvieron un incremento del 1,26%, mientras que las losas con un porcentaje del 20% tuvieron un incremento del 6,31% con respecto a los MC. El RCE de desecho fino local puede usarse de curado interno y como éxito del concreto de alto rendimiento para mezclas que mejoran significativamente.

Cuarto: según Salih et al. (2022) en su artículo científico tuvieron como objetivo reemplazar parcialmente el OPC hasta en un 71% mediante el uso de FA, GGBS y MS para producir SCC duradero y de alta resistencia. La metodología fue de diseño experimental, se diseñaron dos grupos de mezclas para sustituir el OPC. El primer grupo contenía porcentajes de 14%, 23,4% y 32,77% de FA y 6,4% de MS. El segundo grupo contenía porcentajes de 32,77%, 46,81% y 65,5% de GGBS y 6,4% de MS. Las propiedades endurecidas se evaluaron en edades de 3, 7 y 28 días mediante la $f'c$, mientras que las pruebas de ABS% se utilizaron para evaluar la durabilidad. Los resultados presentan que, a edades de 3, 7 y 28 días, la $f'c$ la

mezcla OPC-SCC obtuvieron resistencias de 62.5 MPa, 68.1 MPa y 72.6 MPa. Para edad de 28 días, las mezclas de FA-MS aumentaron en un 18%, 15% y 10%, mientras que para mezclas de GGBS-MS incrementaron en de 22%, 24% y 13.4%. El ensayo de ABS% en la durabilidad del concreto en edad de 28 días con mezclas de FA-MS fueron de 33.3%, 40% y 40%, mientras que con mezclas de GGBS-MS mostraron reducciones de 33.3%, 47% y 53.3%, respectivamente. Concluyeron que, hubo una ligera reducción en la fuerza para todas las mezclas con el aumento de los niveles de reemplazo en todas las edades; sin embargo, todas las mezclas mostraron resultados de alta f_c con la mezcla de referencia SCC-OPC. La ABS% en la durabilidad puede ingresar a la superficie del concreto saturado mediante succión capilar según el contenido de agua inicial, lo que se relaciona con la distribución del tamaño de los poros y el volumen de estos.

Quinto: según Saad, Hameed y Khadary (2020) en su artículo científico, tuvieron como objetivo determinar el uso de nuevos materiales al aplicar los pavimentos rígidos. La metodología fue de diseño experimental para evaluar la eficacia del uso de materiales novedosos en la construcción de pavimentos rígidos. Se utilizó humo de sílice para añadir al cemento con dosificación de 5% a 25% del contenido del cemento. Los materiales de concreto se mezclaron con caucho reciclado en volumen de 0%, 5%, 10%, 15% 20% y 25%, respectivamente. Los resultados muestran que la f_c en la MC obtuvieron resistencias de 330 MPa a 7 días y 445 MPa a 28 días. Las adiciones del humo de sílice de 5% al 25% y caucho granulado de 0% al 25% obtuvieron resistencias promedias a la edad de 7 días de 275, 290, 302 y 299 MPa, mientras que con edad de 28 días alcanzó resistencias de 355, 387, 419 y 422 MPa. La M_r a edad de 28 días, la MC obtuvo resistencias de 4.23.0 MPa, y con adiciones ya indicadas logró resistencias de 4.61, 4.68, 4.76, 4.82, 4.93, 4.99 y 5.05 MPa, respectivamente. Concluyeron que, el contenido de caucho granulado en reemplazo de hasta el 25% ocasionó una disminución de la f_c hasta en un 20%. El porcentaje creciente de contenido de humo de sílice y la proporción de agente reductor de agua de alto rango aumentaron los resultados de la M_r máxima de un 9.55%, por ello recomendaron que se debe utilizar el máximo al 25% de caucho granulado, dado que a mayor cantidad la resistencia tiende a disminuir.

En este contexto, establecidos los antecedentes nacionales e internacionales, se presentan las teorías relacionadas con el RC y RCE en estudio, se consideraron siete principios y directrices generales, ya que, actualmente, el sector de la construcción aborda activamente esto para minimizar los residuos y fomentar el uso de técnicas sostenibles.

1.- Sostenibilidad ambiental: la incorporación de materiales reciclados en las construcciones que demandan de concreto ayuda a promover la sostenibilidad medioambiental, al disminuir la necesidad de recursos naturales y minimizar los DCR (Elías et al. 2020). 2.- Propiedades físicas y mecánicas: las características físicas y mecánicas del concreto fabricado con RCA y RCE en comparación con sus equivalentes no reciclados determinan los factores que repercuten en el rendimiento estructural (Moreno, Ospina y Rodríguez, 2019). 3.- Innovación de diseño: el potencial de la utilización de RA innova la estimulación de la creatividad en el diseño arquitectónico y estructural. Esto incluye nuevas formas, patrones y metodologías de construcción que van en ventajas frente a otros tipos de materiales tradicionales (Ricalde, 2023). 4.- Impacto en la industria de la construcción: las consecuencias económicas y sociales de la aplicación extensiva de materiales reciclados en el sector de la construcción, es posible determinar su influencia precisa en los costos de construcción y la magnitud exacta de las oportunidades de empleo que surgirían del uso de materiales de desecho de la construcción (SITSA, 2023). 5.- Normativas y estándares: la gestión eficaz de los DCR implica la incorporación de reflexiones y conceptos rectores que faciliten la aplicación de este proceso y el cumplimiento de determinados criterios (NTP 400.053, 2019 y NTP 400.050, 2017). 6.- Ciclo de vida del material: los materiales reciclados abarcan desde la adquisición de las materias primas hasta su eliminación final al término de su vida útil. Una evaluación exhaustiva requiere un conocimiento profundo de las consecuencias ecológicas a todos los niveles (Acosta, 2017). 7.- Investigación en desarrollo de materiales: los estudios actuales sobre el avance de nuevos materiales compuestos que integren de forma eficiente y eficaz de los materiales que se reciclan de escombros, aportan a evaluar el impacto sobre la integridad estructural y mecánica de estos (Fuentes et al., 2021).

En este contexto, la práctica de mejorar la resistencia y la longevidad de las carreteras utilizando RC para pavimento rígido está muy extendida. Estos materiales reciclados se utilizan como material de refuerzo debido a su capacidad para mejorar la resistencia y promover la sostenibilidad, reduciendo así la dependencia de los recursos frescos y minimizando los residuos de la construcción. Además, esta sustancia tiene el potencial de mejorar las características mecánicas del pavimento, incluida su f_c y la M_r . La realización de un análisis de ingeniería es crucial para determinar la cantidad óptima de RC a incorporar y verificar su conformidad con los requisitos especificados. Además, la evaluación de la calidad del RC y su compatibilidad con el concreto preexistente son factores relevantes para tener en cuenta durante el procedimiento. Este material ofrece ventajas para el medioambiente y puede ser económicamente viable. No obstante, es imperativo cumplir las normas y requisitos locales para garantizar la seguridad y eficacia de la utilización de RC para el refuerzo de pavimentos.

En cuanto a las teorías del pavimento rígido, según Yepes (2023) afirma que la capa superior de un pavimento rígido, conocida como carretera de concreto, proporciona la mayor parte de la resistencia estructural del pavimento. Esta capa es responsable de suministrar la mayor parte de la resistencia estructural del pavimento. El estrato superior se asienta sobre una base de sustancia cuidadosamente elegida, que puede o no recibir tratamiento con un agente aglutinante, y luego descansa sobre el suelo o la plataforma autóctona (párr. 1). El autor describe la estructura del pavimento rígido dentro de este marco específico como se representa en la Figura 2:

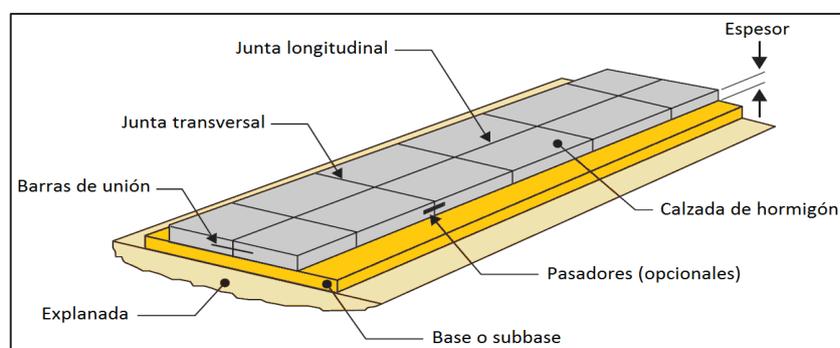


Figura 2. Componentes del pavimento rígido.

Fuente: Yepes (2023).

Calzada de concreto: es responsable de proporcionar tanto los atributos funcionales como una parte significativa de la resistencia estructural necesaria. Su papel principal es proporcionar una conducción segura y cómoda, con condiciones superficiales adecuadas, incluyendo drenaje, fricción y uniformidad de la superficie, adaptadas al tipo de carretera y a las condiciones de servicio específicas (párr. 2).

Base o subbase: la cimentación ofrece un apoyo constante, uniforme y duradero durante un período prolongado. Si no se cumple esta condición, las losas del pavimento experimentan tensiones y deformaciones sustanciales como consecuencia de las cargas del tráfico. La subbase, también conocida como subsuelo, se encuentra debajo de la base, dentro de la calzada. En determinadas circunstancias, esta capa puede ser prescindible si la subrasante ya posee una capacidad portante granular sustancial (párr. 7-8).

Explanada: la explanada sirve de cimiento a la superestructura del pavimento. La superficie debe poseer una resistencia suficiente y una regularidad geométrica precisa, ya que sirve de cimiento directo del pavimento. Además, la subrasante puede consistir en la capa superior del terraplén o en la parte inferior de excavaciones en el terreno natural. Su función principal es proporcionar soporte para la construcción del pavimento (párr. 9).

Pasadores/barra de unión: en las juntas perpendiculares se insertan varillas de acero, conocidas como pasadores, para facilitar la transferencia de cargas y permitir al mismo tiempo el movimiento horizontal sin restricciones de las losas. Además, estos componentes ayudan a minimizar las tensiones y deformaciones en el concreto, y a mitigar el riesgo de desniveles, desplazamientos y grietas en los bordes de las losas (párr. 13).

Junta transversal y longitudinal: Las juntas regulan el tamaño de las losas de pavimento y la gestión del desarrollo de grietas durante las primeras fases y cuando están en uso. Existen dos categorías distintas de juntas: las juntas de contracción, que reducen la resistencia de la sección de hormigón, y las juntas de construcción, que se crean deliberadamente. El método predominante es emplear el aserrado

para generar las juntas; sin embargo, un enfoque alternativo implica la creación de ranuras frescas en el hormigón. En este último caso, cualquier alteración posterior puede afectar a la suavidad de la superficie, lo que restringe su aplicabilidad en juntas transversales de carreteras con mucho tráfico (párr. 11).

Variable independiente (V_i) “Concreto y cerámico reciclado” se indican los siguientes conceptos: según Bamigboye et al. (2022), definen al RC como el concreto en el que se utilizan escombros en lugar de NA en el producto final (p. 445). Además, Awoyera, Thomas y Kirgiz (2022), afirma que el uso de DCR incrementan su rendimiento y resistencia mecánica, alcanza a superar la resistencia última requerida según al diseño de la mezcla a utilizar (p. 1). Del mismo modo, por su parte, Planet (2023) señalan que, los DCR suelen estar formados por una gran diversidad de materiales, entre los que se hallan los cerámicos, como las baldosas. Uno de los diversos usos de la cerámica recuperada es como alternativa de utilizarlo como reemplazado del NA en el concreto, y otro es como parte de reemplazo del cemento en forma de polvo (párr. 2).

No obstante, según Ozinga [s.f.] afirma que reciclar concreto consiste en romper, remover y triturar concreto de una ubicación existente y luego usarlo para crear un material nuevo y reutilizable. Hay muchos beneficios y usos del RC, y a menudo, es una posible opción para remover el concreto. Se puede fabricar realidad artificial útil a partir de DCR. La mayoría de las veces se utiliza como material de subbase, pero también puede mezclarse con materiales frescos y utilizarse como agregado en el concreto. Esto tiene varias ventajas económicas y medioambientales. Los costos de los vertederos para los escombros relacionados con la construcción continúan aumentando, y el costo de transportar los escombros de un área a otra es un gasto adicional. En lugar de gastar dinero en transporte y eliminación, el reciclaje genera ahorros considerables (párr. 1-6). De acuerdo con la NTP 400.037 (2021), afirma que los DCR procedentes de canteras o vertederos de obras civiles se pueden reutilizar en el concreto en forma de agregados. Así también, actualmente, el concreto de RA se aplica ampliamente en las ingenierías existentes, debido a la gran economía y protección del medioambiente.

Dicho de este modo, la variable independiente se divide en su estructura mediante sus dimensiones que para este estudio trascienden, ser por sus características, mejorar la resistencia mecánica y física del concreto para pavimentos rígidos.

Primera dimensión de la V_I . Peso específico: se define el peso específico (densidad relativa) como la relación entre la masa de un agregado y la masa de un volumen idéntico de agua (desplazada por inmersión). Se debe tener en cuenta y es necesaria para varias ecuaciones que implican proporciones de mezcla y regulación (NTP 400.021, 2020 y NTP 400.022, 2021).

Para establecer el peso específico según lo especificado por la norma ASTM C127-15 (2021), se usan estas ecuaciones.

$$Pe_{seco} \frac{A}{\lambda + B - \delta} \quad (\text{Ec. 1})$$

$$Pe_{sss} \frac{B}{\lambda + B - \delta} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$Pe_{ap} \frac{A}{\lambda + A - \delta} \quad (\text{Ec. 3})$$

Dónde:

Pe_{seco} : Peso seco

Pe_{sss} : Peso saturado con superficie seca

Pe_{ap} : Peso aparente

A: Peso seco

B: Peso SSS

λ : Peso del picnómetro + agua

δ : Peso del picnómetro + agua + muestra

Segunda dimensión de la V_I . Granulometría: según las normas ASTM C136/C136M-19, 2020 y la NTP 400.012, 2021, se entiende por granulometría o

análisis granulométrico de un agregado cualquier procedimiento manual o mecánico que permita separar las partículas constituyentes del agregado en función de su tamaño, de forma que puedan conocerse las cantidades en peso de cada tamaño que contribuyen al peso total. Para clasificar los agregados en función de su granulometría se utilizan mallas con diferentes tamaños de aberturas. En la práctica real, los pesos relativos por tamaño se dan como porcentajes de la muestra completa que permanecen en cada malla. Se determinan los porcentajes parciales y acumulativos de material retenido de cada malla, y estos últimos se utilizan para generar el gráfico de valores de material. Además del TMN, el porcentaje de finos y el módulo de finura, la norma establece que el valor de estas y otras características puede determinarse mediante un estudio granulométrico.

Según el MTC (2019), para realizar el cálculo de la granulometría se deben utilizar las siguientes ecuaciones:

$$\%Pasa\ 0.074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Rdo. en el Tamiz de 0.074}}{\text{Peso total}} * 100 \quad (\text{Ec. 4})$$

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso total}} * 100 \quad (\text{Ec. 5})$$

$$\%Pasa = 100 - \text{Retenido Acumulado} \quad (\text{Ec. 6})$$

$$\%Humedad\ Hidroscópica = \frac{W - W_1}{W_1} * 100 \quad (\text{Ec. 7})$$

Dónde:

W: Peso de sueño secado al aire.

W₁: Peso de suelo secado en el horno.

Tercera dimensión de V₁. Dosificación: el estudio diseñó una mezcla de 280 kg/cm² mediante la experimentación de cuatro combinaciones diferentes de RC y RCE añadidos al AGN en mezclas variables de RC5%+RCE2.5%, RC7.5+RCE5%, RC10%+RCE7.5% y RC12.5%+RCE10%.

Variable dependiente (V_D). Se indican los siguientes conceptos: según Matallana (2019) afirma que la propiedad mecánica del concreto puede definirse como la resistencia del material a la fuerza sin romperse; la cantidad de fuerza necesaria para fracturar el material, lo que limita su capacidad para soportar presión en una superficie mayor. Se puede considerar el concreto como una roca artificial fabricada por el hombre que aprovecha la resistencia y durabilidad de la roca natural en la construcción. La propiedad física depende de sus características en condición fresca, de la trabajabilidad y la densidad en húmedo del concreto, siendo dos de los primordiales elementos que establecen las propiedades físicas, el tamaño del agregado utilizado y el contenido de humedad de la piedra. La ABS%, la forma y la textura del agregado tienen un impacto significativo en las propiedades del concreto fresco, siendo criterios primordiales en la proporción de la composición de la mezcla (pp. 23-78).

Primera dimensión de la V_D . Volumen de vacíos en la ABS%: la norma ASTM C642-21 (2022) recomienda utilizar el método de ensayo para densidad, ABS% y volumen de vacíos en su resistencia máxima del concreto, por lo cual este procedimiento de ensayo ayuda a recopilar información para las conversiones de masa a volumen del concreto. Puede usarse para comprobar la conformidad de sus especificaciones si es homogéneo y para poner de manifiesto cualquier variación de un lugar a otro dentro de la masa del concreto. Este método permite determinar el volumen de vacíos que presenta en el concreto, factor que influye directamente en la durabilidad de este. Se determina el peso seco, húmedo y escaldado de las muestras. Es importante recordar que la variación de masa no debe superar el 0.5% y que existen tres criterios de tiempo establecidos en la técnica (p. 1).

Esta técnica de evaluación permite considerar las siguientes ecuaciones:

Absorción después de inmersión (A_i)

$$A_i = \left(\frac{B - A}{A} \right) * 100 \text{ en } (\%) \quad (\text{Ec. 8})$$

Absorción después de inmersión y ebullición (A_e)

$$Ae=C-AA*100 \text{ en (\%)} \quad (\text{Ec. 9})$$

Densidad global seca (ρ_s)

$$\rho_s = \left(\frac{A}{C - D} \right) * \rho_{\text{agua}} \text{ en (\%)} \quad (\text{Ec. 10})$$

Densidad después de inmersión (ρ_i)

$$\rho_i = \left(\frac{B}{C - D} \right) * \rho_{\text{agua}} \text{ en (g/cm}^3\text{)} \quad (\text{Ec. 11})$$

Densidad después de inmersión y ebullición (ρ_e)

$$\rho_e = \left(\frac{C}{C - D} \right) * \rho_{\text{agua}} \text{ en (g/cm}^3\text{)} \quad (\text{Ec. 12})$$

Densidad aparente (ρ_a).

$$\rho_a = \left(\frac{A}{A - D} \right) * \rho_{\text{agua}} \text{ en (g/cm}^3\text{)} \quad (\text{Ec. 13})$$

Volumen de vacíos (V_v).

$$V_v = \left(\frac{C - A}{C - D} \right) * 100 \text{ en (\%)} \quad (\text{Ec. 14})$$

Dónde:

A: Masa de la probeta seca en el horno (g)

B: Masa de la probeta luego de inmersión en agua (g)

C: Masa de la probeta después de inmersión y ebullición en agua (g)

D: Masa aparente de probeta después de inmersión y ebullición en agua (g)

ρ_{agua} : Densidad del agua (g/cm³)

Como plantean Crisólogo, Gonzales y Pérez (2019), las probetas deben tener un volumen no inferior a 350 cm³ o una masa aproximada de 800 g. Para extraer el espécimen se debe realizar un corte en el centro del testigo cilíndrico de concreto con un diámetro de 4 pulgadas y una altura de 8 pulgadas, y otro corte en unos de los nuevos cilindros, los discos de los extremos se descartan, tal como se representa en la Figura 4 (p. 2).

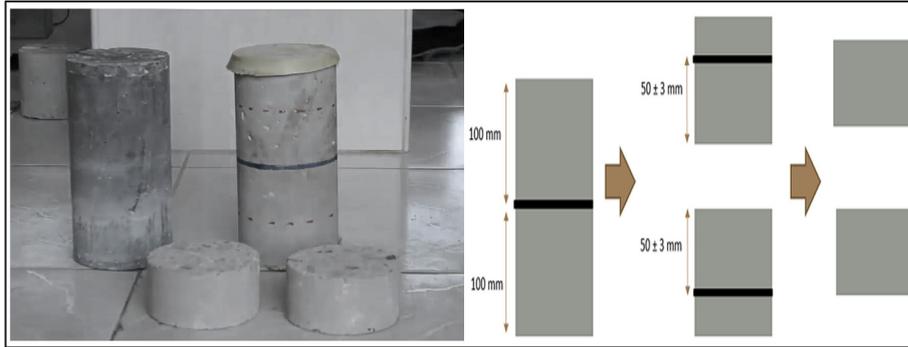


Figura 3. Acondicionamiento de probetas.

Fuente: Crisólogo, Gonzales y Pérez (2019).

Segunda dimensión de la V_D . Durabilidad: según Matallana (2019), el término durabilidad en el caso de estructuras hidráulicas o de abrasión en el caso de una losa de pavimento de concreto. El concreto puede resistir a los elementos de sulfatos, cloruros, ácidos, carbonatación, álcalis, etc. son ejemplos de ataques químicos que engloba este término (p. 28). Del mismo modo, Solís y Alcocer (2019) declaran que la capacidad de una estructura de concreto para sobrevivir a las condiciones climáticas a las que estará sometida durante décadas viene determinada por su durabilidad, lo que la hace tan vital como la resistencia mecánica. La porosidad y la permeabilidad son características del concreto de las que depende su capacidad para permitir el paso de líquidos y gases, que causan la mayoría de los problemas de durabilidad (p.1).

En este sentido, de acuerdo con la norma ASTM C944/C944M, (2019) para determinar la durabilidad del concreto se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$\%D = \frac{P_I - P_F}{P_I} * 100 \quad (\text{Ec. 15})$$

Dónde:

%D: Porcentaje de desgaste

P_I : Peso inicial de desgaste

P_F : Peso final después de cada ciclo (g)



Figura 4. Durabilidad del concreto.

Fuente: Paredes (2022).

La Figura 4 ilustra las pautas para considerar cuando las probetas hayan alcanzado su resistencia máxima a los 28 días. Se obtiene el peso inicial de cada testigo y se documenta. Se acondiciona las arandelas en el equipo de desgaste ajustando la velocidad a 200 rpm, que este aplicará una fuerza de 9.8 N (equivalente a 10 kg) al espécimen. Finalmente, se debe realizar tres ciclos de dos minutos de duración cada uno. Después de cada ciclo, se retira la capa exterior del testigo que haya acumulado residuos de desgaste para luego medir el peso de los núcleos ensayados (Paredes, 2022, pp. 109-110).

Tercera dimensión de la V_D . M_r : las normas ASTM C78/C78M, (2022) y la NTP 339.078, (2022) declaran que, es la unidad de medida de la resistencia a la tensión del concreto y la capacidad del espécimen en forma de viga o losa no reforzada para resistir un momento de fuerza. La resistencia se evalúa colocando una carga sobre una viga con una sección transversal de (150 mm x 150 mm) y una luz de al menos tres veces el espesor. La Ecuación 16 evalúa la M_r de la viga cuando el fallo se produce dentro del tercio central de la luz libre.

$$M_r = \frac{P * L}{b * h^2} \quad (\text{Ec. 16})$$

Dónde:

M_r : Módulo de rotura (kg/cm^2)

P: Carga aplicada hasta la rotura (kg)

L: Longitud libre entre apoyos (cm)

b: Ancho promedio (cm)

h: Altura promedio (cm)

La ecuación 17 se utiliza para analizar la M_r cuando el fallo se produce fuera del tercio central y dentro de una distancia de la luz libre no superior al 5% libre.

$$M_r = \frac{3Pa}{b * h^2} \quad (\text{Ec. 17})$$

Dónde:

M_r : Módulo de rotura (kg/cm^2)

P: Carga aplicada hasta la rotura (kg)

b: Ancho medio (cm)

h: Altura medio (cm)

a: Distancia media (línea de falla - apoyo más cercano) (cm)

Cuarta dimensión de V_D . f'_c : según la norma NTP 339.034 (2021) y la ASTM C39/C39M-23 (2023) las características mecánicas y de durabilidad de las mezclas de concreto pueden adaptarse a las necesidades del diseño de la estructura, ya que la f'_c es la medida más frecuente de desempeño de los especialistas para calcular las estructuras. La carga de rotura se determina agrietando una probeta cilíndrica de concreto en un equipo de pruebas de compresión que determina la resistencia dividiendo esta cifra por la superficie de la probeta que resiste la fuerza. Para determinar el ensayo a compresión se toma en cuenta la ecuación 18, donde la carga aplicada se divide con el área para obtener la resistencia requerida.

$$f'_c = \frac{P_U}{A} \quad (\text{Ec. 18})$$

Dónde:

f'_c : Resistencia a la compresión (kg/cm^2)

P_U : Carga aplicada hasta la rotura (kg)

A: Área bruta de aplicaciones de la carga (cm^2)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: Aplicada

En palabras de Ñaupas et al. (2018) la investigación aplicada es aquella que basándose en los resultados está orientada a resolver los problemas sociales (p. 136). Según esta definición, el estudio fue de tipo aplicada, porque ofreció una respuesta práctica al problema que se viene presentando en el pavimento rígido.

3.1.2. Método de investigación: Científico-Cuantitativo

Desde un punto de vista de Baena (2017), el enfoque científico-cuantitativo tiene como finalidad describir los hechos como son; explica la causa de los fenómenos (p. 36). Según esta definición, este estudio es científico-cuantitativo, dado que desarrolló las hipótesis mediante la compilación y el análisis de datos sobre el comportamiento del concreto aplicado al pavimento rígido.

3.1.3. El diseño de la investigación: Experimental Puro

En la opinión de Pimienta y De la Orden (2017), el diseño experimental puro introduce variables no probadas en un estudio mediante la manipulación o recreación de situaciones u objetos previamente probados (p. 10). Se manipularon intencionadamente las variables, y producto de ello, se obtuvieron resultados más precisos, lo que convirtió al presente estudio en un diseño experimental puro.

3.1.4. El nivel de la investigación: Explicativo

Según Escudero y Cortez (2017), implica proporcionar explicaciones de por qué ocurre determinada situación, de modo que se mejora el cuerpo de conocimientos extraídos del estudio (p. 22).

De acuerdo con esta definición, el estudio, se centralizó únicamente en describir las causas y efectos del problema del pavimento rígido, por lo que se precisa de nivel explicativo.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. VI: Concreto y cerámico reciclado

Definición conceptual: Dicho con palabras de Bamigboye et al. (2022), el RA y RCE son los escombros de DCR de las obras de infraestructura que se utilizan en lugar de NA en el producto final (p. 445).

Definición operacional: Esta variable se operacionalizó mediante sus tres dimensiones: peso específico, granulometría y dosificación. Estas dimensiones se subdividieron en nueve indicadores.

3.2.2. VD: Propiedades físicas y mecánicas del concreto

Definición conceptual: Como plantea Matallana (2019), la propiedad física depende de sus características en condición fresca del concreto y la propiedad mecánica es la resistencia del material a la fuerza sin romperse (pp. 23-78).

Definición operacional: Esta variable se operacionalizó y estructuró mediante sus cuatro dimensiones: ABS%, durabilidad, $f'c$ y Mr . Las mismas que se subdividieron en doce indicadores.

Para obtener información más completa sobre la operacionalización de las variables, véase el anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según Baena (2017), es el total o universo que abarca la investigación (p. 126). Con base en esta definición, la población en esta investigación la conformó los pavimentos rígidos de Puno, 2023.

3.3.2. Muestra

Como afirman Pimienta y De la Orden (2017), la muestra es la que limita a un grupo representativo de la población total que presenta las mismas condiciones (p. 162). El estudio utilizó una muestra total de 90 especímenes, de las cuales 75 fueron cilíndricas de Φ 15 cm x 30 cm y 15 rectangulares tipo vigas de 45 x 15 x 15 cm. Se emplearon 3 testigos para cada ensayo, como se representa en la Tabla 1.

Tabla 1. Cantidad muestral de probetas

Dosificación		ABS%	Durabilidad	Mr	f'c			Muestra
RC	RCE	28 días	28 días	28 días	7 días	14 días	28 días	
MC		3	3	3	3	3	3	18
5%	2.5%	3	3	3	3	3	3	18
7.5%	5%	3	3	3	3	3	3	18
10%	7.5%	3	3	3	3	3	3	18
12.5%	10%	3	3	3	3	3	3	18
Totales		15	15	15	15	15	15	90

Fuente: Autoría propia.

3.3.3. Muestreo: No probabilístico

Citando a Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) describen que, en las muestras no probabilísticas, la selección de las unidades se basa en consideraciones vinculadas a las características y al entorno del estudio (p. 200). Según la definición, la técnica de muestreo empleada en este estudio fue no probabilística, ya que se determinó a juicio del investigador y de conformidad con el artículo 5.6.3.3(a) de la Norma Técnica E.060 (concreto armado). Según este capítulo, el investigador debe asegurarse de que la media aritmética de tres pruebas de resistencia consecutivas sea igual o superior a la resistencia alcanzada.

3.3.4. Unidad de análisis

Según Aponte et al. (2020), este término se utiliza para describir el parámetro principal que se analiza en la investigación (párr. 1). Con base en esta definición, la unidad de análisis se determinó para este estudio con probetas de concreto, basándose en cada ensayo físico y mecánico realizado en el laboratorio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas: Observación directa

Tal como señalan Cisneros-Caicedo et al. (2022), la técnica de observación directa al participante le permite ver un proceso que requiere la libre voluntad del observador para prestarle cierto grado de atención (p. 1172). Según esta definición, el investigador estuvo involucrado constantemente en cada uno de los ensayos de laboratorio, por ello el estudio empleó la técnica de observación directa.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos: Ficha de recojo de datos

Como expresan Hernández y Duana (2020), un investigador necesita de una estrategia detallada para la recopilación de datos que lo tenga todo en cuenta, desde el permiso hasta el personal, el equipo y la supervisión (p. 52). En base a lo manifestado, el estudio utilizó la ficha de recolección de datos, el mismo que sirvió para recopilar la información referente a las variables, dimensiones e indicadores.

3.4.3. Validez del instrumento

Como señala Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la validez es lo que se entiende hasta qué punto mide el instrumento, lo que pretende medir (p. 225). La validez del presente estudio se determinó mediante juicio de expertos, profesionales con experiencia en construcción de pavimentos

rígidos. En este sentido, se utilizó el coeficiente V de Aiken que sirvió para calcular la validez del contenido, aplicando la siguiente ecuación.

$$V = \frac{S}{[n(c - 1)]} \quad (\text{Ec. 19})$$

Dónde:

s: Sumatoria de evaluación de los expertos por ítems.

n: Cantidad de jueces evaladores.

c: Número de valores de la escala de valoración.

La Tabla 2 muestra que, la validez por juicio de expertos empleando el coeficiente V de Aiken, obtuvo un valor de 0.971. Según la interpretación de la validez de contenido en la Figura 5 de Oseda (2012), este valor se encontró dentro del rango de 0.72 a 0.99, lo que reveló una excelente validez.

Tabla 2. Validez por juicio de expertos

Ítem	Jueces	Especialidad	CIP	Valoración	V Aiken
1	Paricanaza Adco, Sadan J.	Civil	117958	3.771	0.314
2	Condori Carrizales, Wilmer E.	Civil	135146	4.000	0.333
3	Carrasco Ahen, Christian J.	Civil	279792	3.886	0.324
Total, de validez del contenido					0.971

Fuente: Autoría propia.



Figura 5. Interpretación de validez.

Fuente: Oseda (2012).

3.4.4. Confiabilidad del instrumento

En la opinión de Posso y Lorenzo (2020), la confiabilidad es el nivel de consistencia de los resultados procedentes de las distintas partes de un ensayo, que se basa en el grado de homogeneidad de estos (p. 218). La confiabilidad del instrumento se realizó mediante el coeficiente de alfa de Cronbach, ecuación 20.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right] \quad (\text{Ec. 20})$$

Dónde:

α : Alfa de Cronbach.

K: Cantidad de ítems.

S_i^2 : Suma de varianzas de los ítems.

S_T^2 : Varianza de la suma de los ítems.

Con el coeficiente alfa de Cronbach, se obtuvo un valor resultante de 0,899, tal como se muestra en la Figura 6. De la interpretación de Oviedo y Campos-Arias, 2005 en la Figura 7, el valor obtenido de 0.899 se sitúa dentro del rango de confiabilidad aceptable de 0.70-0.90. Por lo tanto, el instrumento que se aplicó en el estudio cumple los criterios de aceptabilidad y confiabilidad.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,899	5

Figura 6. Estadística de confiabilidad.

Fuente: SPSS v. 28.

Alfa de Cronbach	Confiabilidad
Menor a 0.70	Confiabilidad Baja
0.70 a 0.90	Confiabilidad Aceptable
0.91 a 1.00	Existe Redundancia o Duplicación

Figura 7. Interpretación de confiabilidad.

Fuente: Oviedo y Campos-Arias (2005).

3.5. Procedimientos

3.5.1. Proceso y recojo de los agregados

Se realizó la recolección de materiales reciclados y naturales según los parámetros indicados en las normas: NTP 400.037 (2021), NTP 400.050 (2017) y NTP 400.053 (2019).

3.5.1.1. Concreto reciclado

Se procedió con el recojo de una sección de losa de una vivienda recientemente demolida en la avenida Modesto Borda, Urbanización Niño San Salvador, en la zona de Juliaca, Puno. Se realizó el ensayo de esclerometría para evaluar su $f'c$ e idoneidad como sustituto del AGN.

Según la Tabla 3, presenta porcentajes mayores de 114%, 121% y 111% en comparación con la resistencia de diseño 280 kg/cm^2 para el pavimento rígido. El acopio del material requirió la remoción de elementos no deseados como residuos, madera, fierro, etc. del material previamente demolido. Después, se usó un martillo para fragmentar el objeto, reduciendo sus dimensiones y permitiendo que lo procesara la trituradora, como ilustra el resultado la Figura 8.

Tabla 3. Ensayo de esclerometría

Losa	Golpes	f'c calculada kg/cm ²	f'c requerida kg/cm ²	Fecha de ensayo	%	Observaciones
1	10	320	280	1/08/2023	114%	0°
2	10	340	280	1/08/2023	121%	0°
3	10	310	280	1/08/2023	111%	0°

Fuente: Autoría propia.



Figura 8. Muestra de concreto reciclado.

Fuente: Autoría propia.

3.5.1.2. Cerámico reciclado

En cuanto al RCEA, se realizó el recojo en la avenida Modesto Borda, Urbanización Niño San Salvador, en el distrito de Juliaca, Puno, provenientes de DCR de las obras de infraestructura de la zona. Se acopiaron alrededor de 0.5 m³ de RCE en tamaños variables que van entre de 20 a 27 cm. Posteriormente se trituró a un TMN de $\frac{3}{4}$ de pulgada tal y como se muestran en la Figura 9 que luego se sustituyó como parte del AGN de acuerdo con los porcentajes establecidos en el diseño de mezclas del presente estudio.



Figura 9. Muestra de cerámico reciclado.

Fuente: Autoría Propia.

3.5.1.3. Agregado grueso y fino natural

El proceso de acopio del material pétreo natural fue proveniente de la cantera de Yocara, en el en el río Cabanillas de la ciudad de Juliaca, Figura 10. La cantidad que se obtuvo fue de 1 m³ de AGN y 1 m³ de AFN.



Figura 10. Cantera Yocara Cabanillas.

Fuente: Autoría Propia.

3.5.2. Estudios de laboratorio

Una vez obtenido los materiales pétreos, se identificaron tres posibles vías de actuación: uno, utilizar el material en su estado actual, dos, extraer el material subóptimo y sustituirlo por RA que se ajuste al requisito establecido, y tres, modificar la composición de los agregados naturales y reciclados. En este contexto, se determinó el procedimiento de muestreo teniendo en cuenta el tamaño de las partículas, la composición, la forma y las propiedades inherentes de los materiales pétreos. Se llevo a cabo los siguientes análisis: granulometría, tamaño de las partículas, contenido de humedad, absorción y pesos específicos.

3.5.2.1. Norma utilizada

En cumplimiento de los requisitos establecidos que figuran en la Tabla 4, el laboratorio llevó a cabo las pruebas físicas y mecánicas de acuerdo con las normas. Para más detalles, véase el anexo 4.

Tabla 4. Norma utilizada

Característica	Normas
Análisis granulometría	(ASTM C33/CMMM-18 2018)
Contenido de humedad	(ASTM D2216-19), (MTC E 108-16)
Pesos unitarios	(ASTM C29/C29M-23 2023), (AASHTO T-84-22), (NTP 400.017-20)
Peso específico y absorción	(AASHTO T-84-22)
Diseño de mezclas	(ACI-211.1-02)
Peso específico de sólidos	(AASHTO T-84-22)
Resistencia a la durabilidad	(ASTM C944/C944M-19 2019)
Resistencia a la absorción	(ASTM C642-21-22)
Resistencia a la compresión	(ASTM C39/C39M-23 2023), (NTP 339.034-21)
Resistencia a la flexión	(ASTM C78/C78M 2022), (NTP 339.078-22)

Fuente: Autoría propia.

3.5.2.2. Características de los agregados naturales y reciclados

Se realizaron experimentos en el laboratorio, donde se determinó las características físicas de los AGN, AFN, RC y RCE; como se representan los resultados en la Tabla 5 a continuación.:

Tabla 5. Características físicas de los agregados

Ítems	Características físicas	AGN	AFN	RC	RCE
1	P.e SSS (g/cm ³)	2.48	2.52	2.27	13.61
2	P.U. Varillado (g/cm ³)	1513	1698		
3	P.U. Suelto (g/cm ³)	1307	1550		
4	ABS%	2.83	2.95	7.86	6.55
5	Humedad Natural (%)	2.78	5.76		
6	Módulo de Fineza	-	3.01	-	-
7	TMN	¾ pulg.	-	¾"	¾ pulg.

Nota: P.e SSS: Peso saturado; PU: Peso unitario. Fuente: Autoría propia.

3.5.2.3. Características de la granulometría

De acuerdo con la Tabla 6 se muestran los valores resultantes de las características físicas de los agregados AGN, AFN, RC y RCE que pasaron por los tamices de ¾ de pulgada, tamiz ½ pulgada, tamiz ⅜ de pulgada, tamiz ¼ de pulgada, tamiz N.º 4, tamiz N.º 8, tamiz N.º 16, tamiz N.º 30, tamiz N.º 50, tamiz N.º 100 y tamiz N.º 200.

Tabla 6. Granulometría de los agregados

Ítems	Tamiz	% que pasa			
	ASTM	AFN	AGN	RCE	RC
1	2 ½ pulg	-	100	100	100
2	2 pulg	-	100	100	100
3	1 ½ pulg	-	100	100	100
4	1 pulg	-	100	100	100
5	¾ pulg	-	80.85	81.54	94.06
6	½ pulg	-	54.48	80.76	41.25
7	⅜ pulg	100	35.32	21.34	11.95
8	¼ pulg	100	-	-	-
9	N.º 4	100	0.14	0.43	0.31
10	N.º 8	77.35	-	-	-
11	N.º 16	58.71	-	-	-
12	N.º 30	39.85	-	-	-
13	N.º 50	18.39	-	-	-
14	N.º 100	4.55	-	-	-
15	N.º 200	0.51	-	-	-

Fuente: Autoría propia.

3.5.3. Diseño de mezcla

Se procedió con la preparación del diseño de mezcla plástica para una resistencia de 280 kg/cm², para lo cual se utilizó cemento portland tipo I calculándose para tres probetas, tandas y volumen. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente Tabla 7.

Tabla 7. Diseño de la mezcla plástica

Ítems	Tipo de material	Tres probetas	Dosificaciones en tandas	Volumen
1	Cemento	8.59 kg	42.5 kg/bolsa	1
2	Agua efectiva	237.62 L	1176.04 L/bolsa	1.18
3	Agregado grueso	19.55 kg	96.82 kg/bolsa	2.28
4	Agregado fino	14.62 kg	72.29 kg/bolsa	1.7
5	Aire	6.00%	-	-

Fuente: Autoría propia.

3.5.4. Cantidades de materiales

Las cantidades de materiales requeridos según población del estudio se muestran en la Tabla 8, donde se realizaron cuatro tipos de combinaciones y una muestra control sin contenido de RC y RCE.

Tabla 8. Cálculo de materiales

Materiales	Unid	MC	Comb. 1		Comb. 2		Comb. 3		Comb. 4	
			RC=	5%	RC=	7.50%	RC=	10%	RC=	12.50%
			0%	RCE= 2.50%	RCE= 5%	RCE= 7.50%	RCE= 10%			
Cemento	kg	322.19	322.19		322.19		322.19		322.19	
Agua potable	m ³	8.91	8.91		8.91		8.91		8.91	
Agregado grueso	kg	733.16	678.17		641.52		604.86		568.2	
Concreto reciclado	kg	0	36.66		54.99		73.32		91.65	
Cerámico reciclado	kg	0	18.33		36.66		54.99		73.32	
Agregado fino	kg	548.1	548.1		548.1		548.1		548.1	

Fuente: Autoría propia.

3.6. Método de análisis de datos

3.6.1. Análisis de la absorción al agua

Tabla 9. Análisis del volumen de vacíos

Propiedad	Probeta N.º	MC	Combinaciones (%)			
			RC5+RCE2.5	RC7.5+RCE5	RC10+RCE7.5	RC12.5+RCE10
Volumen de vacíos (g/cm ³)	1	11.11	10.14	3.62	8.43	14.19
	2	11.98	7.33	3.91	10.02	14.91
	3	11.57	7.47	3.37	10.36	12.05
Promedio		11.55	8.31	3.63	9.6	13.72

Fuente: Autoría propia.

3.6.2. Análisis de la durabilidad

Tabla 10. Análisis de la durabilidad

ID Probeta	Edad	Peso	1 ciclo	%	2 ciclo	%	3 ciclo	%	% Desg.	Media Total (%)
		Inicial	(g)		(g)		(g)		Media	
MC-1	28d	2343	2318	1.08	2303	0.65	2284	0.83	0.85	0.69
MC-2		2110	2089	1.01	2074	0.72	2065	0.44	0.72	
MC-3		2354	2334	0.86	2329	0.21	2319	0.43	0.50	
1 RC _{5%} + RCE _{2.5%}	28d	2309	2302	0.3	2297	0.22	2281	0.7	0.41	0.39
2 RC _{5%} + RCE _{2.5%}		2203	2198	0.23	2193	0.23	2178	0.69	0.38	
3 RC _{5%} + RCE _{2.5%}		2293	2291	0.09	2288	0.13	2268	0.88	0.37	
1 RC _{7.5%} + RCE _{5%}	28d	2324	2318	0.26	2313	0.22	2305	0.35	0.27	0.27
2 RC _{7.5%} + RCE _{5%}		2253	2249	0.18	2243	0.27	2238	0.22	0.22	
3 RC _{7.5%} + RCE _{5%}		2327	2323	0.17	2313	0.43	2305	0.35	0.32	
1 RC _{10%} + RCE _{7.5%}	28d	2146	2136	0.47	2126	0.47	2119	0.33	0.42	0.47
2 RC _{10%} + RCE _{7.5%}		2395	2379	0.67	2375	0.17	2372	0.13	0.32	
3 RC _{10%} + RCE _{7.5%}		2047	2032	0.74	2023	0.44	2006	0.85	0.68	
1 RC _{12.5%} + RCE _{10%}	28d	2450	2445	0.2	2424	0.87	2414	0.41	0.50	0.67
2 RC _{12.5%} + RCE _{10%}		2284	2274	0.44	2255	0.84	2241	0.62	0.64	
3 RC _{12.5%} + RCE _{10%}		2165	2145	0.93	2124	0.99	2109	0.71	0.88	

Fuente: Autoría propia.

3.6.3. Análisis de la resistencia a la flexión

Tabla 11. Análisis de la resistencia a la flexión

ID Probeta	Fecha	Fecha	Edad	B	H	L	Falla	Carga	Rotura
	Vaciado	Rotura		cm	cm	cm		Kg	Kg/cm ²
MC	5/08/23	2/09/23	28	15.02	15.01	45.00	Tercio central	2293	30.49
RC _{5%} +RCE _{2.5%}	5/08/23	2/09/23	28	15.03	15.00	45.00	Tercio central	2387	31.75
RC _{7.5%} +RCE _{5%}	5/08/23	2/09/23	28	15.04	15.01	45.00	Tercio central	2250	29.88
RC _{10%} +RCE _{7.5%}	5/08/23	2/09/23	28	15.03	15.01	45.01	Tercio central	2213	29.42
RC _{12.5%} +RCE _{10%}	5/08/23	2/09/23	28	15.03	15.02	45.00	Tercio central	2147	28.50

Fuente: Autoría propia.

3.6.4. Análisis de la resistencia a la compresión

Tabla 12. Análisis de la resistencia a compresión

ID Probeta	Cargas	Φ	Área	Rotura	Fecha	Fecha	Edad
	kg.	cm	cm ²	kg/cm ²	Vaciado	Rotura	días
MC	38557	15	177	218	5/08/23	2/08/23	7
	44133	15	179	246	5/08/23	19/08/23	14
	55150	15	178	310	5/08/23	2/09/23	28
RC _{5%} +RCE _{2.5%}	38557	15	177	217	25/07/23	2/08/23	7
	45143	15	177	254	25/07/23	19/08/23	14
	57577	15	178	323	25/07/23	2/09/23	28
RC _{7.5%} +RCE _{5%}	39420	15	177	223	25/07/23	2/08/23	7
	45673	15	178	256	25/07/23	19/08/23	14
	58223	15	178	327	25/07/23	2/09/23	28
RC _{10%} +RCE _{7.5%}	36007	15	178	202	25/07/23	2/08/23	7
	43620	15	179	244	25/07/23	19/08/23	14
	55090	15	179	308	25/07/23	2/09/23	28
RC _{12.5%} +RCE _{10%}	34137	15	177	192	25/07/23	2/08/23	7
	41063	15	177	231	25/07/23	19/08/23	14
	49517	15	178	278	25/07/23	2/09/23	28

Fuente: Autoría propia.

3.7. Aspectos éticos

El presente estudio se basó en la norma ISO 690 para referenciar y para cada una de las citas mencionadas. Se obtuvieron en cuenta los factores éticos de transparencia, responsabilidad, imparcialidad, respeto, justicia y honestidad. Así también, se tuvo en cuenta la guía de preparación de trabajo contundentes a grados y títulos de la RVI N.º062-2023-VI-UCV.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del estudio

4.1.1. Efecto del RC y RCE en la ABS% del concreto

4.1.1.1. Estimación del volumen de vacíos en la ABS%

Tabla 13. Resultado del volumen de vacíos - 28 días

Combinaciones	V.V.	D.E.	C.V.	V.V.
	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)	Corregida (g/cm ³)
MC	11.55	0.36	0.03	11.20
RC5%+RCE2.5%	8.32	1.29	0.16	7.02
RC7.5%+RCE5%	3.64	0.22	0.06	3.42
RC10%+RCE7.5%	9.61	0.84	0.09	8.77
RC12.5%+RCE10%	13.82	1.26	0.09	12.55

Nota: VV: Volumen de vacíos; DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación.

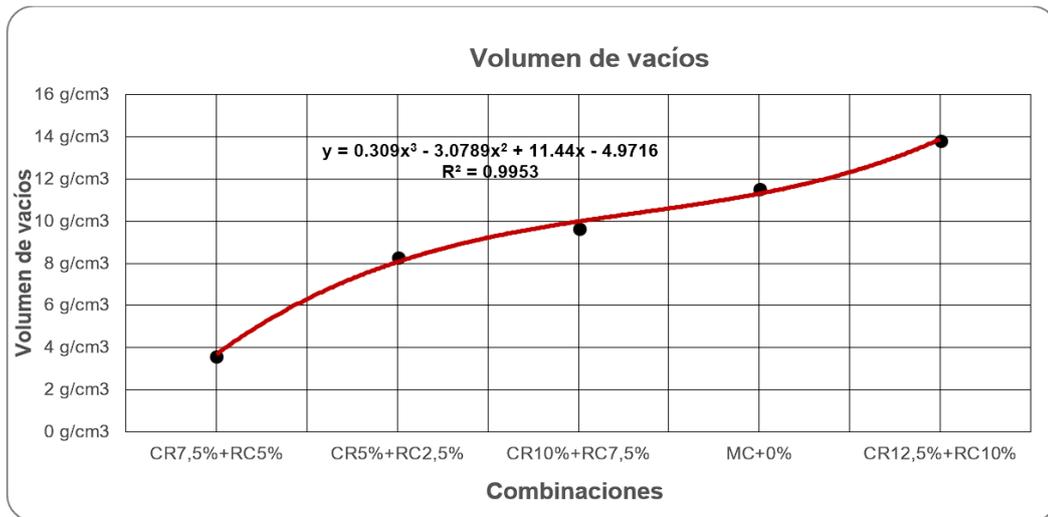


Figura 11. Curva del volumen de vacíos – 28 días.

Fuente: Autoría propia.

Interpretación: La Tabla 13 y la Figura 11, se puede inferir que la diversificación del volumen de vacíos corregida del concreto la MC alcanzó resistencias de 11.20 ± 0.36 g/cm³. En combinaciones de RC5%+RCE2.5% 7.02 ± 1.29 g/cm³, RC7.5%+RCE5% 3.42 ± 0.22 g/cm³, RC10%+RCE7.5% 8.77 ± 0.84 g/cm³ y RC12.5+RCE10% 12.55 ± 1.26 g/cm³, respectivamente.

4.1.2. Efecto del RC y RCE en la durabilidad del concreto

4.1.2.1. Evaluación de la durabilidad del concreto

Tabla 14. Resultado de la durabilidad - 28 días

Combinaciones	Desgaste promedio	D.E.	C.V.	Desgaste corregido
	(%)	(%)	(%)	(%)
MC	0.69	0.20	0.30	0.49
RC _{5%} +RCE _{2.5%}	0.39	0.26	0.68	0.12
RC _{7.5%} +RCE _{5%}	0.27	0.05	0.18	0.22
RC _{10%} +RCE _{7.5%}	0.47	0.11	0.24	0.36
RC _{12.5%} +RCE _{10%}	0.67	0.16	0.25	0.51

Nota: DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación.

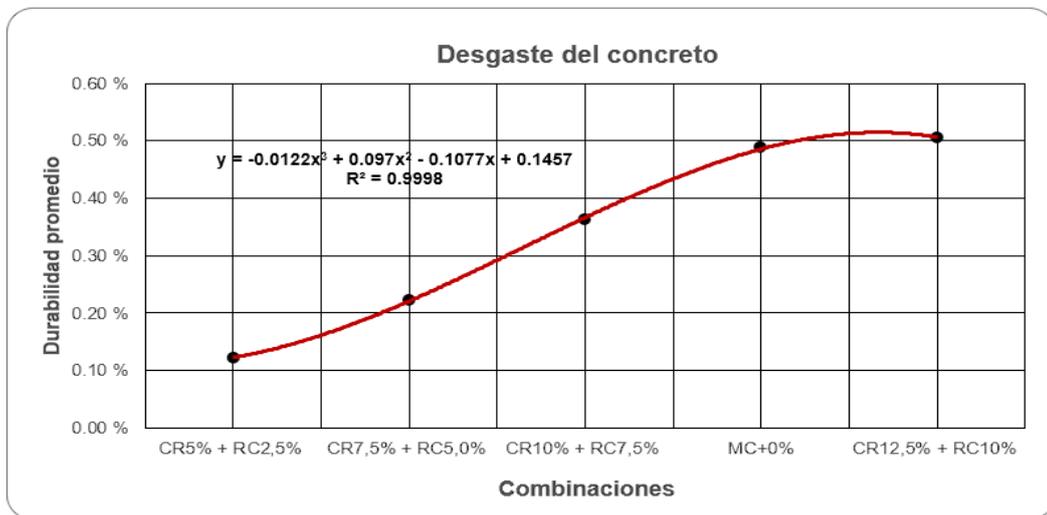


Figura 12. Curva de desgaste del concreto – 28 días.

Fuente: Autoría propia.

Interpretación: La Tabla 14 y la Figura 12 se puede inferir que la durabilidad (desgaste) corregida del concreto, la MC, alcanzó una resistencia promedio corregida de 0.49% ± 0.20%. En combinaciones de RC y RCE RC_{5%}+RCE_{2.5%} 0.12% ± 0.26%, RC_{7.5%}+RCE_{5%} 0.22% ± 0.05%, RC_{10%}+RCE_{7.5%} 0.36% ± 0.11% y RC_{12.5%}+RCE_{10%} 0.51% ± 0.16%, respectivamente.

4.1.3. Efecto del RC y RCE en la resistencia a la flexión

4.1.3.1. Cálculo de resistencia del concreto a la flexión

Tabla 15. Resultado de la resistencia a la flexión - 28 días

Combinaciones	Mr promedio	D.E.	C.V.	Mr corregida	ASTM C-78	
	kg/cm ²	kg/cm ²	(%)	kg/cm ²	kg/cm ²	¿Cumple?
MC	30.49	0.21	0.68	30.28	28	Si
RC _{5%} +RCE _{2.5%}	31.75	0.19	0.61	31.56	28	Si
RC _{7.5%} +RCE _{5%}	29.88	0.24	0.82	29.64	28	Si
RC _{10%} +RCE _{7.5%}	29.42	0.30	1.03	29.12	28	Si
RC _{12.5%} +RCE _{10%}	28.50	0.31	1.10	28.18	28	Si

Nota: DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación.

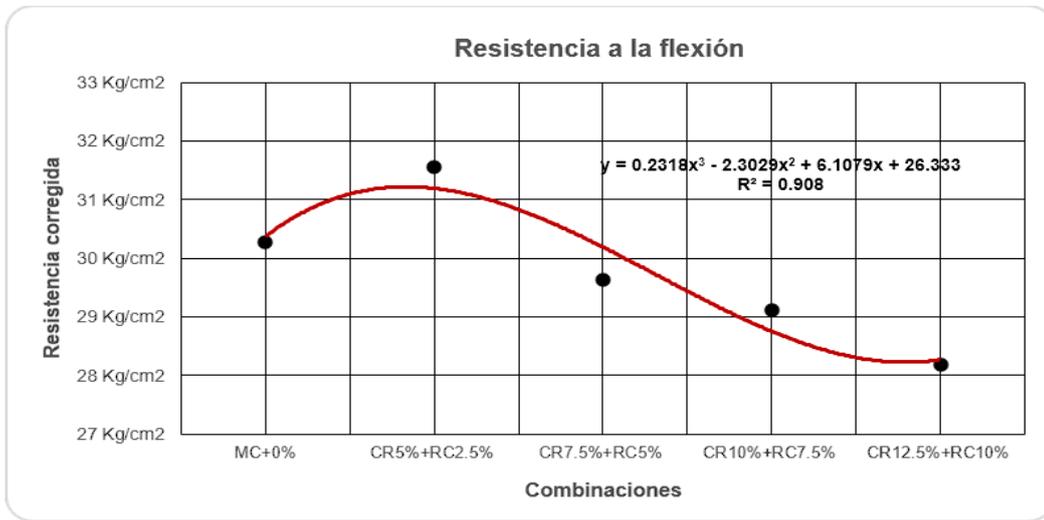


Figura 13. Curva de resistencia a la flexión – 28 días.

Fuente: Autoría propia.

Interpretación: La Tabla 15 y la Figura 13 presentan que la resistencia a la Mr corregida a los 28 días, el efecto del RC y RCE lograron resistencias para la MC de 30.28 ± 0.21 kg/cm² y en combinaciones RC y RCE RC_{5%}+RCE_{2.5%} 31.56 ± 0.19 kg/cm², RC_{7.5%}+RCE_{5%} 29.64 ± 0.24 kg/cm², RC_{10%}+RCE_{7.5%} 29.12 ± 0.30 kg/cm² y RC_{12.5%}+RCE_{10%} 28.18 ± 0.31 kg/cm², respectivamente.

4.1.4. Efecto del RC y RCE en la resistencia a la compresión

4.1.4.1. Cuantificación de resistencia a compresión - 7 días

Tabla 16. Resultado de la resistencia a la compresión - 7 días

Combinaciones	f'c promedio	D.E.	C.V.	f'c corregida	ASTM C-39	
	kg/cm ²	kg/cm ²	(%)	kg/cm ²	kg/cm ²	¿Cumple?
MC	217.60	1.30	0.60	216.31	191.48	Si
RC _{5%} +RCE _{2.5%}	217.41	1.36	0.63	216.05	191.48	Si
RC _{7.5%} +RCE _{5%}	222.78	8.29	3.72	214.49	191.48	Si
RC _{10%} +RCE _{7.5%}	201.86	0.54	0.27	201.32	191.48	Si
RC _{12.5%} +RCE _{10%}	192.41	1.06	0.55	191.35	191.48	No

Nota: DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación.

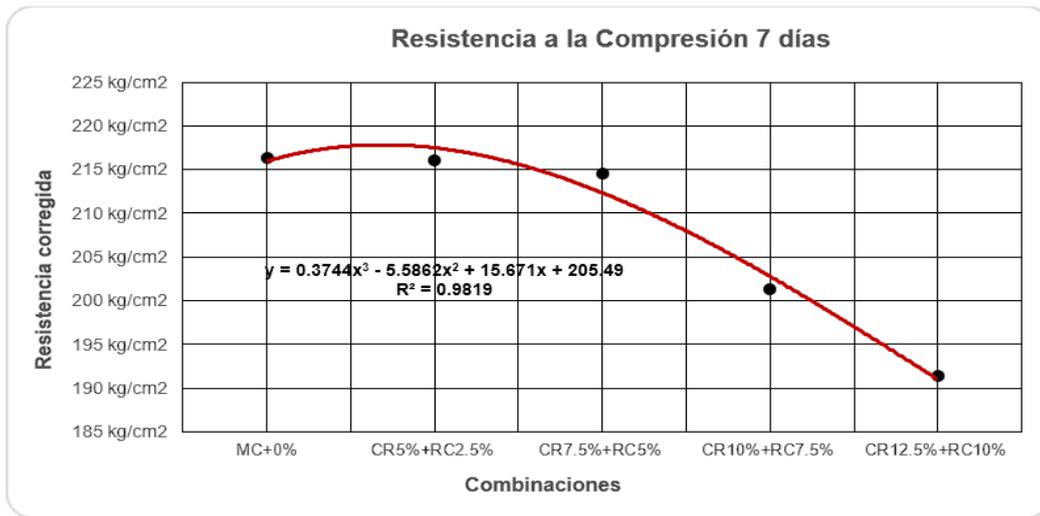


Figura 14. Curva de resistencia a la compresión – 7 días.

Fuente: Autoría propia.

Interpretación: La Tabla 16 y la Figura 14 presentan que la resistencia f'c corregida a edad de 7 días, el efecto del RC y RCE lograron resistencias para la MC de 216.31 ± 1.30 kg/cm² y en combinaciones de RC y RCE RC_{5%}+RCE_{2.5%} 216.05 ± 1.36 kg/cm², RC_{7.5%}+RCE_{5%} 214.49 ± 8.29 kg/cm², RC_{10%}+RCE_{7.5%} 201.32 ± 0.54 kg/cm² y RC_{12.5%}+RCE_{10%} 191.35 ± 1.06 kg/cm², respectivamente.

4.1.4.2. Cuantificación resistencia a compresión - 14 días

Tabla 17. Resultado de la resistencia a la compresión - 14 días

Combinaciones	f'c promedio	D.E.	C.V.	f'c corregida	ASTM C-39	
	kg/cm ²	kg/cm ²	(%)	kg/cm ²	kg/cm ²	¿Cumple?
MC	246.45	3.67	1.49	242.78	239.22	Si
RC _{5%} +RCE _{2.5%}	254.44	1.48	0.58	252.96	239.22	Si
RC _{7.5%} +RCE _{5%}	256.30	3.54	1.38	252.77	239.22	Si
RC _{10%} +RCE _{7.5%}	243.59	3.06	1.26	240.53	239.22	Si
RC _{12.5%} +RCE _{10%}	231.45	2.32	1.00	229.13	239.22	No

Nota: DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación.

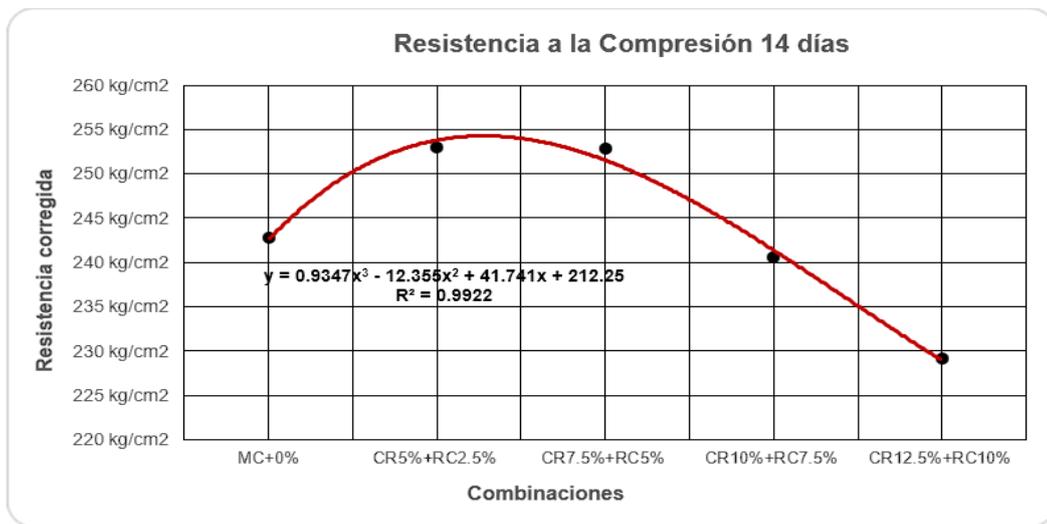


Figura 15. Curva de resistencia a la compresión – 14 días.

Fuente: Autoría propia.

Interpretación: La Tabla 17 y la Figura 15 presentan que la resistencia f'c corregida a edad de 14 días, el efecto del RC y RCE lograron resistencias para la MC de 242.78 ± 3.67 kg/cm² y en combinaciones de RC y RCE RC_{5%}+RCE_{2.5%} 252.96 ± 1.48 kg/cm², RC_{7.5%}+RCE_{5%} 252.77 ± 3.54 kg/cm², RC_{10%}+RCE_{7.5%} 240.53 ± 3.06 kg/cm² y RC_{12.5%}+RCE_{10%} 229.13 ± 2.32 kg/cm², respectivamente.

4.1.4.3. Cuantificación resistencia a la compresión - 28 días

Tabla 18. Resultado de la resistencia a la compresión - 28 días

Combinaciones	f'c promedio	D.V.	C.V.	f'c corregida	ASTM C-39	
	kg/cm ²	kg/cm ²	(%)	kg/cm ²	kg/cm ²	¿Cumple?
MC	310.16	3.61	1.16	306.55	280	Si
RC _{5%} +RCE _{2.5%}	322.94	1.19	0.37	321.75	280	Si
RC _{7.5%} +RCE _{5%}	326.,86	1.80	0.55	325.07	280	Si
RC _{10%} +RCE _{7.5%}	307.77	1.98	0.64	305.80	280	Si
RC _{12.5%} +RCE _{10%}	277.72	1.51	0.54	276.21	280	No

Nota: DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación.

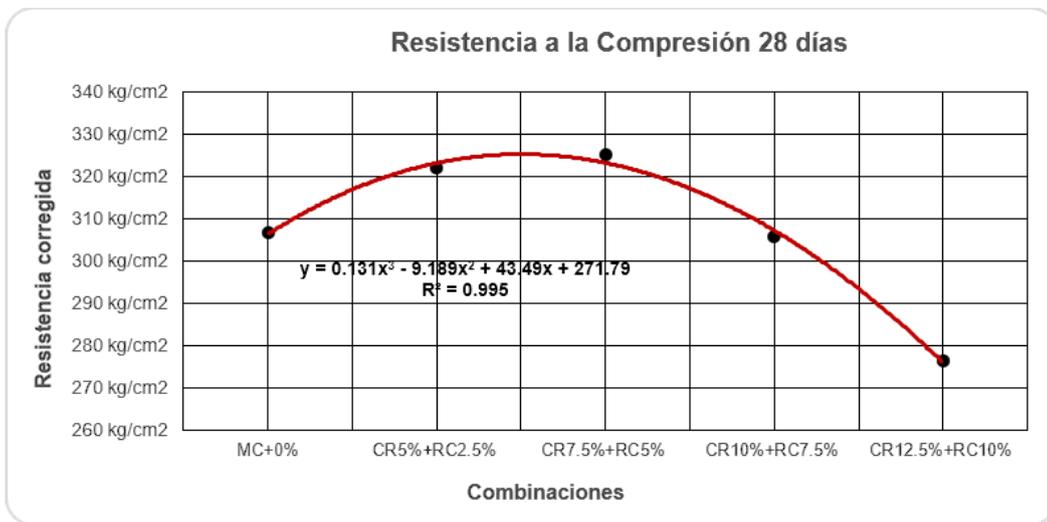


Figura 16. Curva de resistencia a la compresión – 28 días.

Fuente: Autoría propia.

Interpretación: La Tabla 18 y la Figura 16 presentan que la resistencia f'c corregida a edad de 28 días, el efecto del RC y RCE lograron resistencias para la MC de 306.55 ± 3.61 kg/cm² y en combinaciones de RC y RCE RC_{5%}+RCE_{2.5%} 321.75 ± 1.19 kg/cm², RC_{7.5%}+RCE_{5%} 325.07 ± 1.80 kg/cm², RC_{10%}+RCE_{7.5%} 305.80 ± 1.98 kg/cm² y RC_{12.5%}+RCE_{10%} 276.21 ± 1.51 kg/cm², respectivamente.

4.2. Contraste de hipótesis

4.2.1. Nivel de significación

Nivel de significación bilateral = $\alpha < 0.05\%$.

Nivel de confiabilidad 0.95%.

4.2.1.1. Regla de decisión

Si $\alpha < 0.05$, se acepta la hipótesis alterna.

Si $\alpha \geq 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

4.2.1.2. Estadístico de prueba

Varianza ANOVA.

4.2.1.3. Planteamiento de las hipótesis

a) Hipótesis específica 1:

Tabla 19. ANOVA – ABS%

OE1: Volumen de vacíos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	175.857	4	43.964	35.362	0.000
Dentro de grupos	12.433	10	1.243		
Total	188.29	14			

Fuente: Adaptado de SPSS v.26.

Interpretación: De la Tabla 19, se obtiene un valor de significancia de 0.000 entre grupos para la ABS%, que es menor al p-valor predeterminado de alfa de 0.05. Por lo consiguiente, acetamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

b) Hipótesis específica 2:

Tabla 20. ANOVA – Durabilidad

OE2: Durabilidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.195	4	0.299	4.742	0.003
Dentro de grupos	2.521	40	0.063		
Total	3.716	44			

Fuente: Adaptado de SPSS v.26.

Interpretación: De la Tabla 20, se obtiene un valor de significancia de 0.003 entre grupos para la durabilidad del concreto, que es menor al p-valor predeterminado de alfa de 0.05. Por lo consiguiente, acetamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

c) Hipótesis específica 3:

Tabla 21. ANOVA – Resistencia a flexión

OE3: Mr	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	17.720	4	4.430	45.091	0.000
Dentro de grupos	0.982	10	0.098		
Total	18.703	14			

Fuente: Adaptado de SPSS v.26.

Interpretación: De la Tabla 21, se obtiene un valor de significancia de 0.000 entre grupos para la resistencia a flexión, que es menor al p-valor predeterminado de alfa de 0.05. Por lo consiguiente, acetamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

d) Hipótesis específica 4:

Tabla 22. ANOVA – Resistencia a compresión

OE4: f'c		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
f'c 7 días	Entre grupos	1952.672	4	488.168	22.084	0.000
	Dentro de grupos	221.05	10	22.105		
	Total	2173.722	14			
f'c 14 días	Entre grupos	1182.598	4	295.650	22.938	0.000
	Dentro de grupos	128.891	10	12.889		
	Total	1311.489	14			
f'c 28 días	Entre grupos	4482.801	4	1120.700	156.538	0.000
	Dentro de grupos	71.593	10	7.159		
	Total	4554.394	14			

Fuente: Adaptado de SPSS v.26.

Interpretación: De la Tabla 22, se obtiene un valor de significancia de 0.000 entre grupos para las edades de 7, 14 y 28 días de la resistencia a compresión, que es menor al p-valor predeterminado de alfa de 0.05. Por lo consiguiente, acetamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

V. DISCUSIÓN

5.1.1. Discusión 1:

El volumen de vacíos en la ABS% en el concreto mostró variaciones con respecto a la MC que alcanzó valores promedios de $11.20 \pm 0.36 \text{ g/cm}^3$. Las mezclas de RC y RCE obtuvieron volumen de vacíos en proporciones variables para RC5%+RCE2.5% $7.02 \pm 1.29 \text{ g/cm}^3$, RC7.5%+RCE5% $3.42 \pm 0.22 \text{ g/cm}^3$, RC10%+RCE7.5% $8.77 \pm 0.84 \text{ g/cm}^3$ y para RC12.5+RCE10% $12.55 \pm 1.26 \text{ g/cm}^3$. El volumen de vacíos que alcanzó menor porosidad en el concreto fue con la mezcla RC5%+RCE2.5%. Por tanto, en grandes proporciones, se asocian a mayores niveles de ABS% en el concreto para aplicarse en el pavimento rígido.

El análisis estadístico ANOVA realizado para comparar D1-VD y VI demostró un nivel de significación, como lo demuestra un valor p de $0,000 < 0.05$: por lo tanto, el volumen de vacíos en la ABS% tiene efectos positivos sobre D1-VD dentro de VI. Según la regla de decisión de la estadística planteada, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Al respecto, como antecedente nacional Paredes (2022), logró resultados para el volumen de vacíos en la ABS% con adiciones de MN, para el SLUMP+0% fue de $4.095 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}0.5$, para SLUMP+1% $2.809 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}0.5$, para SLUMP+2% $2.368 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}0.5$ y para SLUMP+3% $3.744 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}0.5$, respectivamente. Seguidamente, como antecedente internacional, el autor Rout et al. (2023) alcanzaron resultados con el uso de pavimento de asfalto recuperado porcentajes de 1.19%, 13.3%, 64.3%, 29.2% y 50% a los 28 días y de 54.5%, 43.2%, 49%, 47.8% y 63.3% a los 56 días, respectivamente. Por último, según el capítulo 2.2.11.1 de la norma argentina CIRSOC-201, el resultado alcanzado en la velocidad de succión capilar no superó los $4.0 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}0.5$, respectivamente.

En este contexto, los resultados alcanzados por los autores Paredes, Salih et al., Rout et al., y la norma CIRSOC-201 se relacionan con la presente

investigación. Por lo tanto, la medición realizada a la ABS% en el concreto mediante el volumen de vacíos en el pavimento rígido cumple el primer objetivo específico.

5.1.2. Discusión 2:

La durabilidad (desgaste) del concreto a 28 días expuso variaciones en relación con la MC, alcanzando valores promedios de $0.49\% \pm 0.20\%$. Las mezclas de RC y RCE alcanzaron porcentajes de desgaste en proporciones variables para RC5%+RCE2.5% $0.12\% \pm 0.26\%$, RC7.5%+RCE5% $0.22\% \pm 0.05\%$, RC10%+RCE7.5% $0.36\% \pm 0.11\%$ y para RC12.5+RCE10% $0.51\% \pm 0.16\%$, respectivamente. El desgaste que alcanzó menor porcentaje en el pavimento rígido se dio con la mezcla RC5%+RCE2.5%. Se observó que en mayores proporciones de RA y RCE se asocia a mayores niveles de desgaste en el concreto rígido.

En cuanto al análisis estadístico de ANOVA realizado para comparar D2-VD y VI demostró un nivel sustancial de significación, como lo demuestra un valor p de $0.003 < 0.05$; por lo tanto, la durabilidad del concreto tiene efectos significativos sobre D2-VD dentro de VI. Según la regla de decisión de la estadística planteada, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Al respecto, como antecedente nacional, Paredes (2022), logró resultados con adiciones de mucílago de nopal (MN), para la muestra de SLUMP+0% 0.658%, para SLUMP+1% 0.476%, para SLUMP+2% 0.684% y para SLUMP+3% 0.426%. Asimismo, como antecedente internacional, Salih et al. (2022) alcanzaron resultados en la durabilidad con adiciones de cenizas volantes y micro sílice de 20.43% (33.3%), con 29.5% (40%), con 38.74% (40%), con 52.6% (47%) y con 71.16% (53.3%), respectivamente. Finalmente, los resultados obtenidos del estudio cumplieron los requisitos de la norma ASTM C944 (2019), el método se enfocó en medir la resistencia al desgaste del concreto sujeto al tráfico.

En ese contexto, los resultados alcanzados por los autores paredes, Salih et al., los datos obtenidos se relacionan con la presente investigación. Con respecto a la norma ASTM C944 se siguieron a detalle las especificaciones. En este contexto, la medición realizada al ensayo de la durabilidad del concreto cumple con el segundo objetivo específico.

5.1.3. Discusión 3:

La M_r del concreto en edad de 28 días presento variaciones en relación con la MC, alcanzando valores promedios de $30.28 \pm 0.21 \text{ kg/cm}^2$. Las mezclas de RC y RCE obtuvieron resistencias en proporciones variables de RC5%+RCE2.5% $31.56 \pm 0.19 \text{ kg/cm}^2$, RC7.5%+RCE5% $29.64 \pm 0.24 \text{ kg/cm}^2$, RC10%+RCE7.5% $29.12 \pm 0.30 \text{ kg/cm}^2$ y para RC12.5+RCE10% $28.18 \pm 0.31 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente. La máxima resistencia fue en $31.56 \pm 0.19 \text{ kg/cm}^2$ con la mezcla de RC5%+RCE2.5%; para incrementos mayores, la resistencia tiende a disminuir.

El análisis estadístico de ANOVA que comparó la D3-VD y VI, demostró un nivel de significación de un valor p de $0.000 < 0.05$. En consecuencia, la M_r del concreto tiene efectos considerables sobre D3-VD dentro de VI. Según la regla de decisión de la estadística planteada, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Al respecto, cómo antecedente nacional, Mallqui (2023) alcanzó resultados con la utilización AR para la M_r , la MC obtuvo resistencia promedio de 43 kg/cm^2 , con adiciones de 16% 48 kg/cm^2 , con 32% 45 kg/cm^2 y con 48% 41 kg/cm^2 . Luego, Martínez (2020) logró resultados con RA para la MC (233.33 , 267.0 y 314.67 kg/cm^2), con adición del 15% (230.0 243.3 y 291.33 kg/cm^2), con 25% (232.0 , 247.33 y 289.0 kg/cm^2) y con 50% (196.33 , 235.0 y 287.66 kg/cm^2). Seguidamente, como antecedente internacional, Abdulrasool y Rasheed (2020) obtuvieron resultados con residuos cerámicos para la MC (88.3 , 131.0 y 158.6 KN), con adición del 10% (74.3 , 149.3 y 160.6 kN) y con el 20% (60.0 , 150.5 y 168.6 kN). También, Rout et al. (2023),

obtuvieron resultados con el uso de asfalto recuperado, la MC obtuvo 3.50 ± 0.19 MPa y para las mezclas de 4.47 ± 0.3 MPa. Finalmente, Saad, Hameed y Khadary (2020) obtuvieron resultados en la MC de 4.23 MPa, y con adiciones ya indicadas de 4.61, 4.68, 4.76, 4.82, 4.93, 4.99 y 5.05 MPa.

En este contexto, los resultados alcanzados por Mallqui, Martínez, Abdulrasool y Rasheed, Rout et al., Saad, Hameed y Khadary, se relacionan con el estudio. Por lo tanto, la medición realizada al ensayo de la resistencia a la flexión del concreto cumple satisfactoriamente el tercer objetivo específico.

5.1.4. Discusión 4:

La f_c del concreto presento variaciones a los 28 días en relación con la MC que alcanzó su máxima resistencia de 306.55 ± 3.61 kg/cm². Las combinaciones de RC y RCE a 28 días obtuvieron resistencias máximas con las combinaciones de RC5%+RCE2.5% 321.75 ± 1.19 kg/cm², RC7.5%+RCE5% 325.07 ± 1.80 kg/cm², RC10%+RCE7.5% 305.80 ± 1.98 kg/cm² y con RC12.5+RCE10% 276.21 ± 1.51 kg/cm². La máxima resistencia alcanzada de determinó con la combinación de RC7.5%+RCE5%; para incrementos mayores, la resistencia tiene a disminuir.

En cuanto al análisis estadístico de ANOVA que comparó la D4-VD y VI, demostró un nivel de significación, con un valor p de $0.000 < 0.05$ para edades de 7, 14 y 28 días; por lo tanto, la f_c tiene efectos moderados sobre D4-VD dentro de VI. Según la regla de decisión de la estadística planteada, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Al respecto, como antecedente nacional, Guerrero (2022) obtuvo resultados para la f_c en la MC de 132, 189 y 215 kg/cm², con el 5% 198, 287 y 307 kg/cm², con 10% 202, 239 y 321 kg/cm² y con 15% 219, 258 y 283 kg/cm²). Luego, Mallqui (2020) alcanzó resultados para la MC de 238, 285 y 310 kg/cm², con 16, 32 y 48% a 7 días 258, 228 y 215 kg/cm², a 14 días 228, 306 y 262 kg/cm² y a 28 días 215, 290 y 250 kg/cm². Similarmente, Ancco

(2022) alcanzó resultados para la MC de 152.99, 185.7 y 229.42 kg/cm², con 15%+20% 139.94, 170.01 y 201.17 kg/cm², para 25%+20% 128.71, 159.08 y 182.18 kg/cm² y para 35%+20% 117.72, 124.29 y 164.95 kg/cm². Similarmente, como antecedentes internacionales, los autores Saad et al. (2020) lograron resultados para la MC de 330 y 445 MPa y con 20+25% 228 y 445 MPa. Finalmente, Akihito, Jésera y Lino (2023), obtuvieron resultados para la MC de 21.35, 28.77 y 39.18 MPa, para las mezclas 15.7, 20.96 y 27.95 MPa.

En este contexto, los resultados alcanzados por los autores Guerrero, Mallqui, Saad et al., se relacionan con el estudio, mientras que con los autores Ancco y Akihito, Jésera y Lino se discrepa, dado que las resistencias obtenidas son menores a la establecida. Por lo tanto, la medición realizada a la prueba de f'_c del concreto rígido cumple el cuarto objetivo específico.

VI. CONCLUSIONES

6.1.1. Conclusión 1:

Se analizó el efecto del RC y RCE en las características física-mecánicas del concreto aplicado al pavimento rígido. Se concluye que, cuando los materiales reciclados se mezclaron con RC7.5%+RCE5%, obtuvieron buenos resultados en una serie de ensayos físicos y mecánicos, como los que medían la ABS% en el concreto, la durabilidad del concreto, la f_c y M_r . En este sentido, la combinación RC7.5%+RCE5% es la óptima en comparación con otras dosificaciones y con la MC que disminuyen la resistencia y aumentan el volumen de vacíos. Por lo tanto, estos componentes tienen un efecto significativo, y su utilización en el pavimento rígido es crucial.

6.1.2. Conclusión 2:

Se estimó el efecto del RC y RCE en el volumen de vacíos en la ABS% de las características física-mecánicas del concreto aplicado al pavimento rígido. Se concluye que, el volumen de vacíos en la ABS% en el concreto no siempre es la misma, ya que la combinación de RC7.5%+RCE5% tiene un volumen de vacíos en la ABS% relativamente inferior de $3.42 \pm 0.22 \text{ g/cm}^3$ comparado con la MC que obtuvo $11.20 \pm 0.36 \text{ g/cm}^3$. No obstante, existió una correlación positiva entre mayores proporciones y mayores niveles de ABS%. Este resultado se respaldó por el análisis estadístico, que arrojó un p-valor de 0.000 entre grupos, inferior al valor de $\alpha = 0.05$. En consecuencia, el volumen de vacíos en la ABS% tiene efectos positivos en el concreto para ser aplicado en el pavimento rígido.

6.1.3. Conclusión 3:

Se evaluó el efecto del RC y RCE en la durabilidad de las características física-mecánicas del concreto aplicado al pavimento rígido. Se concluye que, la durabilidad (desgaste-abrasión) expuso que la mezcla

RC5%+RCE2.5% causó el menor desgaste con $0.12\% \pm 0.26\%$ en comparación con la MC que alcanzó $0.49\% \pm 0.20\%$. Revelando una semejanza efectiva entre el incremento de las mezclas y los porcentajes de desgaste. Este resultado se respaldó por el análisis estadístico, que arrojó un p-valor de 0.003 entre grupos, que es inferior al valor de $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, el desgaste tiene efectos significativos en el concreto para ser aplicado en el pavimento rígido.

6.1.4. Conclusión 4:

Se calculó el efecto del RC y RCE en la M_r de las características física-mecánicas del concreto aplicado al pavimento rígido. Se concluye que, cuando se utilizan combinaciones de RC5%+RCE2.5%, la M_r es significativamente superior, situándose en $31.56 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.19 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con la norma ASTM C78 y la MC. Sin embargo, cuando la relación aumentó por encima de estos niveles, la resistencia mostró una tendencia a disminuir. Este resultado se respaldó por el análisis estadístico, que arrojó un p-valor de 0.000 entre grupos, que es inferior al valor de $\alpha = 0.05$. En consecuencia, la M_r tiene efectos considerables en el concreto para ser aplicado en el pavimento rígido.

6.1.5. Conclusión 5:

Se cuantificó el efecto del RC y RCE en la f'_c de las características física-mecánicas del concreto aplicado al pavimento rígido. Se concluye que, la máxima f'_c a 28 días de edad ostentan la mayor resistencia en comparación con la norma ASTM C39 y la MC con las combinaciones de RC7.5%+RCE5%, situándose en $325.07 \text{ kg/cm}^2 \pm 1.80 \text{ kg/cm}^2$. No obstante, cuando la relación se incrementa por encima de estos niveles, la resistencia mostró una tendencia a disminuir. Este resultado se respaldó por el análisis estadístico, que arrojó un p-valor de 0.000 entre grupos para las edades de 7, 14 y 28 días, inferior al valor de $\alpha = 0.05$; por consiguiente, la f'_c tiene un efecto moderado en la aplicación del pavimento rígido.

VII. RECOMENDACIONES

7.1.1. Recomendación 1:

Se recomienda al sector de la construcción considerar la reutilización del RC y RCE en sus proyectos. Estos materiales han demostrado que sus propiedades físicas y mecánicas mejoran sustancialmente la resistencia del concreto. Del mismo modo, es imperativo emprender la descontaminación de los vertederos resultantes de actividades de demolición o reparación de carreteras en la región de Puno.

7.1.2. Recomendación 2:

Se recomienda que los profesionales que operan en el sector de la construcción participe de forma proactiva en la limpieza de los DCR de las obras civiles, ya que estos materiales se observan en las zonas urbanas de la región Puno, dando una impresión estética negativa debido al manejo inadecuado o la falta de conciencia sobre los materiales de desecho de la construcción informal.

7.1.3. Recomendación 3:

Se recomienda a los investigadores incorporar dosificaciones con otros materiales alternativos derivados de las obras de infraestructura. Se identificó que en el área de investigación del presente estudio se pueden encontrar excedentes de porcelanato, vidrio y asfalto en los vertederos de obras de construcción.

7.1.4. Recomendación 4:

Se recomienda a los investigadores realizar ensayos preliminares sobre las propiedades físico-mecánicas del material reciclado. Esto ayudará a identificar y excluir materiales con baja resistencia, garantizando que los cálculos de diseño para la mezcla plástica del concreto sea la correcta.

REFERENCIAS

- AASHTO T-84-22. Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate. American Association of State Highway and Transportation Officials. EE. UU.: 2022. Disponible en: <https://www.normadoc.com/spanish/aashto-t-84-22.html>
- ABDULRASOOL, A.T. y RASHEED, L.S. The Sustainable Characteristic of Reinforcement Concrete Slabs Internally Cured with Waste Ceramics. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea]. Julio, 2020, 888(1), 012070 [consulta: 27 enero 2024]. ISSN: 1757-8981. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/888/1/012070>
- ACI-211.1. Diseño de mezclas Método ACI. American Concrete Institute®. EE. UU.: 2002, 62 pp. Disponible en: <https://www.concrete.org/topicsinconcrete/topicdetail/metodo%20aci%20211?search=metodo%20aci%20211>
- ACOSTA, M.P. Análisis del Ciclo de vida de la producción de agregado grueso natural y combinación natural/reciclado... [en línea]. Tesis [Magister en Ingeniería Ambiental]. Barranquilla - Colombia: Universidad del Norte, 2017, 57 pp. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10584/8075>
- AKIHITO, E., JÉSENA, B. y LINO, M. Evaluation of recycled gravel in the concrete mixture for the surface layer of rigid flooring. Global Journal of Ecology [en línea]. Junio, 2023, 8(1), [Consulta: 01 febrero 2024]. ISSN 26413094. DOI <https://doi.org/10.17352/gje.000081>
- ANCCO, J.D. Aplicación y reutilización del concreto y cerámico reciclado para mejorar las propiedades del concreto [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Civil]. Lima - Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2022, 103 pp. [consulta: 29 enero 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93000>
- APONTE, O., et al. Metodología de la redacción científica [en línea]. 1.^a ed. Perú: Biblioteca Nacional del Perú, 2020, 146 pp. [consulta: 26 enero 2024]. Disponible en: <http://isbn.bnpp.gob.pe/catalogo.php?mode=detalle&nt=114611>
- ASTM C29/C29M-23. Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate. American Society for Testing and Materials. EE. UU.: 2023, 7 pp. DOI: https://doi.org/10.1520/C0029_C0029M-23
- ASTM C33/CMMM-18. Standard Specification for Concrete Aggregates. American Society for Testing and Materials. EE. UU.: 2018. Disponible en: https://www.astm.org/c0033_c0033m-18.html

- ASTM C39/C39M-23. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. American Society for Testing and Materials. EE. UU.: 2023, 5 pp. DOI: https://doi.org/10.1520/C0039_C0039M-23
- ASTM C78/C78M. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading). American Society for Testing and Materials. EE. UU. 2022, 4 pp. DOI: https://doi.org/10.1520/C0078_C0078M-22
- ASTM C127-15. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate (Withdrawn 2024). American Society for Testing and Materials. EE. UU.: 2021, 7 pp. Disponible en: <https://www.astm.org/c0127-15.html>
- ASTM C136/C136M-19. Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. American Society for Testing and Materials. EE. UU.: 2020, 7 pp. DOI: https://doi.org/10.1520/C0136_C0136M-19
- ASTM C642-21. Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete. American Society for Testing and Materials. EE. UU.: 2022, 4 pp. DOI: <https://doi.org/10.1520/C0642-21>
- ASTM C944/C944M-19. Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method. American Society for Testing and Materials. EE. UU.: 2019, 6 pp. DOI: https://doi.org/10.1520/C0944_C0944M-19
- ASTM D2216-19. Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. American Society for Testing and Materials. EE. UU.: 2019, 9 pp. DOI: <https://doi.org/10.1520/D2216-19>
- AWOYERA, P. O., THOMAS, C. y KIRGIZ, M.S., 2022. The Structural Integrity of Recycled Aggregate Concrete Produced with Fillers and Pozzolans. 1.^a ed. S.I.: Elsevier Science, 2022, 477 pp. [consulta: 26 enero 2024]. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2020-0-01041-8>
- BAENA, G. Metodología de la Investigación [en línea]. 3.^a ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017, 157 pp. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com>
- BAMIGBOYE, G.O., et al. Durability assessment of recycled aggregate in concrete production. The Structural Integrity of Recycled Aggregate Concrete Produced with Fillers and Pozzolans. [en línea]. S.I.: Elsevier, 2022, pp. 445-467 [consulta: 27 enero 2024]. Capítulo 20. Descripción de datos. ISBN: 978-0-12-824105-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824105-9.00010-X>

- BERNAL, C.A. Metodología de la Investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales [en línea]. 4.^a ed. Bogotá, D.C., Colombia: s.n., 2016, 400 pp. [consulta: 21 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.biblioteca.une.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=64546>
- CARRASCO, C.J. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones multifamiliares evaluadas por métodos convencionales... [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Civil]. Lima - Perú: Universidad César Vallejo, 2021, 90 pp. [consulta: 3 noviembre 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75589>
- CASTILLO, J.O. Propiedades físicas y mecánicas del concreto para pavimento rígido con adición de caucho reciclado... [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Civil]. Lima - Perú: Universidad César Vallejo, 2020, 143 pp. [consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/61733>
- CISNEROS-CAICEDO, A.J., et al. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. Revista Científica Dominio de las Ciencias [en línea]. Enero, 2022, 8(1), 1165-1185, [consulta: 24 enero 2024]. ISSN: 24778818. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2546>
- CONSTRUNEIC. Fallas de los pavimentos rígidos. Pavimentos, 2023. [en línea]. [consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <https://construneic.com/pavimentos/fallas-de-los-pavimentos-rigidos/>
- CRISÓLOGO, J., GONZALES, C. y PÉREZ, A. Método estandarizado de ensayo para densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido. [en línea]. YouTube (2019: Trujillo – Perú). [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://drive.google.com/drive/folders/1YkhUNL9uK8ONu41ApBpuPkHyeeOxU1dS>
- ELÍAS, J.W., et al. Efecto de la Utilización de Agregados de Concreto Reciclado sobre el Ambiente y la Construcción de Viviendas en la Ciudad de Huamachuco. Puriq [en línea]. Marzo, 2020, 2(1), 16-27, [consulta: 27 enero 2024]. ISSN: 2707-3602. DOI: <https://doi.org/10.37073/puriq.2.1.68>
- ESCUADERO, C.L. y CORTEZ, L.A. Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica [en línea]. 1.^a ed. Machala - Ecuador: Universidad Técnica de Machala, 2017, 106 pp. [consulta: 3 noviembre 2023]. Disponible en: www.utmachala.edu.ec
- FUENTES, N., et al. Aprovechamiento sostenible de residuos polímeros como agregados del concreto: Una revisión. INTERCENCIA - Revista de Ciencia y Tecnología de las Américas [en línea]. Junio, 2021, 46(6), 240-247, [consulta: 25 enero 2024]. ISSN: 2244-7776. Disponible en: <https://www.interciencia.net/anteriores/volumen-46-numero-06/>

- GUERRERO, N.Y. Influencia de los cerámicos reciclados en las propiedades físicas y mecánicas del concreto f_c 210 kg/cm²... [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Civil]. Tarapoto - Perú: Universidad César Vallejo, 2022, 112 pp. [consulta: 29 enero 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/116595>
- HERNANDEZ, S. y DUANA, D. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA [en línea], 2020, 9(17), 51-53 [en línea 27 enero 2024]. ISSN: 2007-4913. DOI: <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C.P. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. 1.^a ed. México: McGRAW-HILL, 2018, 714 pp. [consulta: 3 noviembre 2023]. Disponible en: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- LIU, J., LIU, Y. y WANG, X. An environmental assessment model of construction and demolition waste based on system dynamics: a case study in Guangzhou. Environmental Science and Pollution Research [en línea]. Octubre, 2020, 27(30), 37237-37259, [consulta: 27 enero 2024]. ISSN: 0944-1344. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07107-5>
- MALLQUI, B.A. Adición de porcentajes al 16%, 32% y 48 % de concreto reciclado al diseño de pavimento rígido para mejorar las propiedades de físico mecánicas... [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Civil]. Lima - Perú: Universidad Privada del Norte, 2023, 142 pp. [consulta: 29 enero 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/33515>
- MARTÍNEZ, E.J. Desempeño de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, utilizando agregado de concreto reciclado... [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Civil]. Pimental - Perú: Universidad Señor de Sipán, 2020, 213 pp. [consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/9009>
- MATALLANA, R. El concreto: fundamentos y nuevas tecnologías [en línea]. 1.^a ed. Medellín - Colombia: Corona - Constructora Conconcreto, 2019, 266 pp. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://empresa.corona.co/lanzamos-el-libro-el-concreto-fundamentos-y-nuevas-tecnologia/>
- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (MTC). Manual de ensayo de materiales RD N.º 18-2016-MTC/14 [en línea]. Lima – Perú: 2019, 1273 pp. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html

- MORALES, D., et al. Guía informativa: Manejo de residuos de construcción y demolición en obras menores. Ministerio del Ambiente [en línea], Lima – Perú: 2016, 28 pp. [consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/809>
- MORENO, L.A., OSPINA, M.A. y RODRÍGUEZ, K.A., 2019. Propiedades mecánicas del concreto fabricado con agregados reciclados extraídos de escombros... ESPACIOS [en línea]. Enero, 2019, 40(4), 1-12, [consulta: 25 enero 2024]. ISSN: 0798-1015. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a19v40n04/19400412.html>
- NTP 339.034. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5.^a ed. INACAL (Instituto Nacional de Calidad) Normas Técnicas Peruanas [en línea]. Lima – Perú: Noviembre, 2021, 25 pp. [consulta: 2 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- NTP 339.078. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. 4.^a ed. INACAL (Instituto Nacional de Calidad) Normas Técnicas Peruanas [en línea]. Lima – Perú: Marzo, 2022, 15 pp. [consulta: 11 enero 2024]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- NTP 400.012. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo. 4.^a ed. INACAL (Instituto Nacional de Calidad) Normas Técnicas Peruanas [en línea]. Lima – Perú: Noviembre, 2021, 16 pp. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- NTP 400.017. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. 4.^a ed. INACAL (Instituto Nacional de Calidad) Normas Técnicas Peruanas [en línea]. Lima – Perú: Febrero, 2020, 14 pp. [consulta: 26 enero 2024]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- NTP 400.021. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. 4.^a ed. INACAL (Instituto Nacional de Calidad) Normas Técnicas Peruanas [en línea]. Lima – Perú: Enero, 2020, 16 pp. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>

- NTP 400.022. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4.^a ed. INACAL (Instituto Nacional de Calidad) Normas Técnicas Peruanas [en línea]. Lima Perú: Noviembre, 2021, 17 pp. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- NTP 400.037. Agregados para concreto. Especificaciones. 5.^a ed. INACAL (Instituto Nacional de Calidad) Normas Técnicas Peruanas [en línea]. Lima Perú: Noviembre, 2021, 23 pp. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- NTP 400.050. Manejo de residuos de la actividad de la construcción y demolición. Generalidades. 2.^a ed. INACAL (Instituto Nacional de Calidad) Normas Técnicas Peruanas [en línea]. Lima – Perú: 2017, 10 pp. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- NTP 400.053. Manejo de residuos de la actividad de la construcción. Reciclaje de concreto de demolición. 1.^a ed. INACAL (Instituto Nacional de Calidad) Normas Técnicas Peruanas [en línea]. Lima – Perú: Diciembre, 2019, 8 pp. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- ÑAUPAS, H., et al. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis [en línea]. 5.^a ed. Bogotá - Colombia: Bogotá – Ediciones de la U, 2018, 560 pp. [consulta: 4 diciembre 2023]. Disponible en: <https://edicionesdelau.com/>
- OSEDA GAGO, D., 2012. Metodología, tratamiento estadístico y contrastación de hipótesis. [en línea]. Perú: Universidad Peruana Los Andes, 2012, 151 pp [consulta: 27 enero 2024]. Disponible en: <https://docplayer.es/77116150-Dulio-oseda-gago-ph-d.html>
- OVIEDO, H.C. y CAMPO-ARIAS, A. Metodología de investigación y lectura crítica de estudios: Aproximación al uso del coeficiente Alfa de Cronbach. Revista Colombiana de Psiquiatría [en línea]. Diciembre, 2005, 34(4), 572-580, [consulta: 27 enero 2024]. ISSN 0034-7450. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502005000400009
- OZINGA, El 411 sobre hormigón reciclado: usos, beneficios y cómo hacerlo [en línea]. Chicago – EE. UU.: [s.f.]. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://ozinga.com/blog/the-411-on-recycled-concrete-uses-benefits-and-how-to/>

- PAREDES, K. Influencia de la incorporación del mucílago de nopal en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Civil Ambiental]. Chiclayo - Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2022, 256 pp. [consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4922>
- PIMIENTA, J.H. y DE LA ORDEN, A. Metodología de la investigación [en línea]. 3.a ed. México: Pearson Educación de México, 2017, 216 pp. [consulta: 26 enero 2024]. Disponible en: www.pearsonenespañol.com
- PLANET ARK. Ceramics - Why recycle? Planet Ark, 2023. [en línea]. [consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <https://businessrecycling.com.au/recycle/ceramics>
- POSSO, R.J. y LORENZO, E. Validez y confiabilidad del instrumento determinante humano en la implementación del currículo de educación física. Revista Educare [en línea]. Setiembre, 2020, 24(3), 205-233, [consulta: 3 noviembre 2023]. ISSN: 2244-7296. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23885>
- RICALDE, L. Innovaciones en la tecnología del concreto. Konstruedu, 2023, [en línea]. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://konstruedu.com/es/blog/innovaciones-en-la-tecnologia-del-concreto>
- ROUT, M.K.D., et al. Feasibility Study of Reclaimed Asphalt Pavements (RAP) as Recycled Aggregates Used in Rigid Pavement Construction. Materials [en línea]. Febrero, 2023, 16(4), 1504, [Consulta: 01 febrero 2024]. ISSN 1996-1944. DOI <https://doi.org/10.3390/ma16041504>
- SAAD, B., HAMEED, Z. y KHADARY, F. Evaluate the performance of using new materials in rigid concrete pavement. International Journal of Civil Engineering, 2020, 7(9), 37-45, [consulta: 27 enero 2024]. ISSN: 23488352. DOI: <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V7I9P106>
- SALIH, M.A., et al. Strength and Durability of Sustainable Self-Consolidating Concrete with High Levels of Supplementary Cementitious Materials. Materials, 2022, 15(22), 7991, [consulta: 27 enero 2024]. ISSN: 1996-1944. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma15227991>
- SITSA. Cinco claves para la sostenibilidad en la industria del concreto. 2023, [en línea]. [consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: <https://sitsa.com.mx/blog/cinco-claves-para-la-sostenibilidad-en-la-industria-del-concreto#:~:text=El%20uso%20de%20materiales%20reciclados,agregados%20convencionales%20en%20la%20mezcla>

SOLÍS, R.G. y ALCOCER, M.Á. Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción. Ingeniería, Investigación y Tecnología, 2019, 20(4), 1-13, [consulta: 27 enero 2024]. ISSN: 25940732. DOI: <https://doi.org/10.22201/ii.25940732e.2019.20n4.039>

YEPES PIQUERAS, V. Componentes principales de un pavimento de hormigón. Universidad Politécnica de València [en línea]. [consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2023/03/30/componentes-principales-de-un-pavimento-de-hormigon/>

YU, Y., et al. Towards Circular Economy through Industrial Symbiosis in the Dutch construction industry: A case of recycled concrete aggregates. Journal of Cleaner Production, 2021, 293, 126083, [consulta: 27 enero 2024]. ISSN: 09596526. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126083>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Concreto y cerámico reciclado	Según Bamigboye et al., (2022), el concreto y cerámico reciclado son los escombros que se utilizan en lugar de agregados naturales (NA) en el producto final (p. 445).	Esta variable se operacionaliza mediante sus tres dimensiones (Peso específico, granulometría y dosificación), asimismo, se subdividen en sus seis indicadores.	D1: Pesos específicos de los agregados reciclados y naturales.	I1: Peso I2: Volumen I3: Densidad	Ficha de recopilación de datos	Razón
			D2: Granulometría de los agregados reciclados y naturales.	I1: Tamaño de la partícula I2: Muestra I3: Tamices	Ficha de recopilación de datos	Razón
			D3: Dosificaciones de los agregados reciclados y naturales.	I1: RC5%+RCE2.5% I2: RC7.5%+RCE5% I3: RC10%+RCE7.5% I4: RC12.5%+RCE10%	Ficha de recopilación de datos	Razón
Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas del concreto	Según Matallana (2019), la propiedad física depende de sus características en condición fresca del concreto y la propiedad mecánica es la resistencia del material a la fuerza sin romperse (pp. 23-78).	Esta variable se operacionaliza mediante sus cuatro dimensiones (Volumen de vacíos de la ABS%, Durabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión), asimismo, se subdividen en sus doce indicadores.	D1: Volumen de vacíos en la ABS% del concreto	I1: Inmersión/Ebullición (%) I2: Volumen de vacíos (g/cm³) I3: 28 días	Ficha de recopilación de datos	Intervalo
			D2: Durabilidad del concreto.	I1: Desgaste (%) I2: 3 ciclos (g) I3: 28 días	Ficha de recopilación de datos	Intervalo
			D3: Resistencia a la flexión del concreto.	I1: Rotura I2: Tipo de falla I3: 28 días	Ficha de recopilación de datos	Intervalo
			D4: Resistencia a la compresión del concreto.	7 días 14 días 28 días	Ficha de recopilación de datos	Intervalo

Anexo 2: Matriz de consistencia

Tema: Efectos del concreto y cerámico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cuánto es el efecto del concreto y cerámico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023?	Analizar el efecto del concreto y cerámico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023	El concreto y cerámico reciclado tiene efectos significantes en las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos Puno 2023	Variable independiente: (Concreto y cerámico reciclado)	D1: Pesos específicos de los agregados reciclados y naturales.	I1: Peso I2: Volumen I3: Densidad	Tipo de investigación Aplicada Método de investigación Científico- Cuantitativo Diseño de investigación Experimental Nivel de investigación Explicativo Población: Todos los concretos y cerámicos reciclados de la región de Puno 2023
				D2: Granulometría de los agregados reciclados y naturales.	I1: Tamaño de la partícula I2: Muestra I3: Tamices	
				D3: Dosificaciones de los agregados reciclados y naturales.	I1: RC5%+RCE2.5% I2: RC7.5%+RCE5% I3: RC10%+RCE7.5% I4: RC12.5%+RCE10%	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:	Variable dependiente: (Propiedades físicas y mecánicas del concreto)			Muestra: 90 probetas de concreto entre cilíndricas y rectangulares Muestreo: No probabilístico Técnica e instrumento de recolección de datos Técnica: Observación directa Instrumento: Ficha de recolección de datos Método de análisis de datos Estadística descriptiva y con Anova la contrastación de hipótesis
¿Qué efecto tienen el concreto y cerámico reciclado en el volumen de vacíos en <i>ABS</i> % de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023?	Estimar los efectos del concreto y cerámico reciclado en el volumen de vacíos en la <i>ABS</i> % de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023	El concreto y cerámico reciclado tienen efectos positivos en el volumen de vacíos en la <i>ABS</i> % de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023		D1: Volumen de vacíos en la <i>ABS</i> %.	I1: Inmersión/Ebullición (%) I2: Densidad aparente (g/cm ³) I3: 28 días (g/cm ³)	
¿Qué efecto tienen el concreto y cerámico reciclado en la durabilidad de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023?	Evaluar los efectos del concreto y cerámico reciclado en la durabilidad de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023	El concreto y cerámico reciclado tienen efectos significativos en la durabilidad de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023		D2: Durabilidad del concreto.	I1: Desgaste (%) I2: 3 ciclos (g) I3: 28 días (%)	
¿Qué efecto tienen el concreto y cerámico reciclado en la resistencia a la flexión de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023?	Calcular los efectos del concreto y cerámico reciclado en la resistencia a la flexión de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023	El concreto y cerámico reciclado tienen efectos considerables en la resistencia a la flexión de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023		D3: Resistencia a la flexión.	I1: Rotura I2: Tipo de falla I3: 28 días (kg/cm ²)	
¿Qué efecto tienen el concreto y cerámico reciclado en la resistencia a la compresión de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023?	Cuantificar los efectos del concreto y cerámico reciclado en la resistencia a la compresión de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023	El concreto y cerámico reciclado tienen efectos moderados en la resistencia a la compresión de las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicado a pavimentos rígidos, Puno 2023		D4: Resistencia a la compresión.	I1: 7 días (kg/cm ²) I2: 14 días (kg/cm ²) I3: 28 días (kg/cm ²)	

Anexo 3: Validez del instrumento



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de recopilación de datos

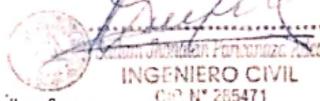
Proyecto: EFECTOS DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTO RÍGIDOS, PUNO 2023

Autora: Br. Quispe Vargas, Cinthia Soledad

Fecha: 25 / 01 / 24

I. Información General:			
Ubicación:		URB. VILLA DEL ZABO MZA 6 ZOTE 14	
Distrito:		PUNO	
Provincia:		PUNO	
Departamento:		PUNO	
		Altitud:	4047 m.s.n.m
		Latitud:	S 70° 01' 18"
		Longitud:	O 15° 50' 15"
Variable Independiente (VI): Concreto y cerámico reciclado			
II. D1: Pesos específicos de los agregados reciclados y naturales			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:
	Peso	Volumen	Densidad
III. D2: Granulometría de los agregados reciclados y naturales			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:
	Tamaño de partículas	Muestra	Tamices
IV. D3: Dosificación de los agregado reciclados y naturales			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:
	RC5%+RCE2.5%	RC7.5%+RCE5%	RC10%+RCE7.5%
	Indicador 4:		
	RE12.5%+RCE10%		
Variable dependiente (VD): Propiedades físicas y mecánicas del concreto			
V. D1: Volumen de vacíos de la ABS%			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:
	Inmersión/Ebullición (%)	Densidad aparente (g/cm ³)	28 días (g/cm ³)
VI. D2: Durabilidad del concreto			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:
	Desgaste (%)	Ciclos (g)	28 días (%)
VII.- D3: Resistencia a la flexión			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:
	Rotura	Tipo de falla	28 días (kg/cm ²)
VIII. D4: Resistencia a la compresión			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:
	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)

Fuente: Adaptado de Muñiz, 2023.



Sello y firma:

N° CIP:

285471



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE VALIDACIÓN

INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTOS

25 de enero del 2024

DATOS GENERALES:

1.1. TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:

EFFECTOS DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDOS, PUNO 2023

1.2. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Aspectos de Validación

Table with 5 main columns: 1. Claridad, 2. Objetividad, 3. Organización, 4. Suficiencia, 5. Coherencia. Each column has sub-columns P1-P7. Rows list various criteria related to concrete and ceramic properties.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 3.771

OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

ESCALA DE MEDICION table with 5 columns: Deficiente (1), Regular (2), Buena (3), Muy Buena (4), Excelente (5).

Form with fields: Nombres y apellidos (Sadam Jonathan Paricanaza Adco), Dirección domiciliaria (Sr. Recoleta H25-212 San Román - Juliaca - Puno), Grado académico (Ingeniero Civil), and Mención (Especialista en construcciones de obras de pavimentación).

Autor: Adaptado a Carrasco, 2021

Sello y firma: [Signature] INGENIERO CIVIL Nº CIP: 285471



Ficha de recopilación de datos

Proyecto: EFECTOS DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTO RÍGIDOS, PUNO 2023

Autora: Br. Quispe Vargas, Cinthia Soledad

Fecha: 25 / 01 / 24

I. Información General:			
Ubicación: URB. VILLA DEL IAGO HZA 6 LOTE 14			
Distrito: PUNO		Altitud: 4047 M.S. N.M	
Provincia: PUNO		Latitud: 5 70° 01' 18"	
Departamento: PUNO		Longitud: 0 15° 50' 15"	
Variable Independiente (VI): Concreto y cerámico reciclado			
II. D1: Pesos específicos de los agregados reciclados y naturales			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
Peso		Volumen	Densidad
III. D2: Granulometría de los agregados reciclados y naturales			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
Tamaño de partículas		Muestra	Tamices
IV. D3: Dosificación de los agregado reciclados y naturales			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
RC5%+RCE2.5%		RC7.5%+RCE5%	RC10%+RCE7.5%
Indicador 4:			
RE12.5%+RCE10%			
Variable dependiente (VD): Propiedades físicas y mecánicas del concreto			
V. D1: Volumen de vacíos de la ABS%			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
Inmersión/Ebullición (%)		Densidad aparente (g/cm ³)	28 días (g/cm ³)
VI. D2: Durabilidad del concreto			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
Desgaste (%)		Ciclos (g)	28 días (%)
VII.- D3: Resistencia a la flexión			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
Rotura		Tipo de falla	28 días (kg/cm ²)
VIII. D4: Resistencia a la compresión			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
7 días (kg/cm ²)		14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)

Fuente: Adaptado de Muñiz, 2023.



Ing. Wilmer Edison Córdova Cruzales
INGENIERO CIVIL
CIP 117958

Sello y firma:

N° CIP:

117958



FICHA DE VALIDACIÓN

INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTOS

25 de enero del 2024

DATOS GENERALES:

1.3. TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:

EFFECTOS DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDOS, PUNO 2023

1.4. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Aspectos de Validación

Table with 5 main columns: 1. Claridad, 2. Objetividad, 3. Organización, 4. Suficiencia, 5. Coherencia. Each column has sub-columns P1-P7. Rows list various criteria related to concrete and ceramic properties.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.000

OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

ESCALA DE MEDICION table with 5 levels: Deficiente (1), Regular (2), Buena (3), Muy Buena (4), Excelente (5).

Form with fields for: Nombres y apellidos, Dirección domiciliaria, Grado académico, and Mención. Includes handwritten information for Wilmer Edison Condori Carrizales.

Autor: Adaptado a Carrasco, 2021

Self and signature: Ing. Wilmer Edison Condori Carrizales, INGENIERO CIVIL, N° 117958

N° CIP: 117958



Ficha de recopilación de datos

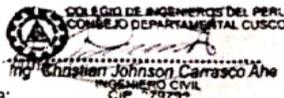
Proyecto: EFECTOS DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTO RÍGIDOS, PUNO 2023

Autora: Br. Quispe Vargas, Cinthia Soledad

Fecha: 25 / 01 / 24

I. Información General:			
Ubicación: URB. VILLA DEL LAGO HZA C LOTE 14			
Distrito: PUNO		Altitud: 4047 M.SN.H.	
Provincia: PUNO		Latitud: 5 70° 01' 18"	
Departamento: PUNO		Longitud: 0 75° 50' 15"	
Variable Independiente (VI): Concreto y cerámico reciclado			
II. D1: Pesos específicos de los agregados reciclados y naturales			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
Peso		Volumen	Densidad
III. D2: Granulometría de los agregados reciclados y naturales			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
Tamaño de partículas		Muestra	Tamices
IV. D3: Dosificación de los agregado reciclados y naturales			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
RC5%+RCE2.5%		RC7.5%+RCE5%	RC10%+RCE7.5%
Indicador 4:			
RE12.5%+RCE10%			
Variable dependiente (VD): Propiedades físicas y mecánicas del concreto			
V. D1: Volumen de vacíos de la ABS%			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
Inmersión/Ebullición (%)		Densidad aparente (g/cm ³)	28 días (g/cm ³)
VI. D2: Durabilidad del concreto			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
Desgaste (%)		Ciclos (g)	28 días (%)
VII.- D3: Resistencia a la flexión			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
Rotura		Tipo de falla	28 días (kg/cm ²)
VIII. D4: Resistencia a la compresión			
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:
7 días (kg/cm ²)		14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)

Fuente: Adaptado de Muñiz, 2023.



Sello y firma:

N° CIP:

279792

FICHA DE VALIDACIÓN
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTOS

25 DE ENERO del 202 4

DATOS GENERALES:

1.5. TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:

EFFECTOS DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDOS, PUNO 2023

1.6. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Aspectos de Validación

CRITERIOS	1. Claridad							2. Objetividad							3. Organización							4. Suficiencia							5. Coherencia							
	Está formulado con lenguaje apropiado.							Está expresado en conductas observables.							Existe una organización lógica.							Comprende los aspectos en cantidad y calidad.							Tiene relación entre las variables e indicadores.							
ITEM DEL CUESTIONARIO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
¿Es la D ₁ (Peso específico) de la V ₁ adecuada para el tema de investigación?	3							3							3								3							3						
¿Es la D ₂ (Granulometría) de la V ₁ adecuada para el tema de investigación?	3							3							3								3							3						
¿Las dosificaciones calculadas para la D ₃ de la V ₁ son proporcionales para el tema de investigación?		3								4							4								4							4				
¿Es la D ₁ Volumen de Vacíos ABS% de la V ₀ adecuada para el tema de investigación?			3								3							3								4							4			
¿Es la D ₂ (durabilidad del concreto) de la V ₀ adecuada para el tema de investigación?				5							4							5								4							4			
¿Es la D ₃ (resistencia a la flexión) de la V ₀ adecuada para el tema de investigación?					5							5							5								5							4		
¿Es la D ₄ (resistencia a la comprensión) de la V ₀ adecuada para el tema de investigación?						5							5							5								5							4	

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 3.886

OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

ESCALA DE MEDICION				
Deficiente	Regular	Buena	Muy Buena	Excelente
1	2	3	4	5

Nombres y apellidos:	<u>ING. CHRISTIAN J. CARRASCO AÑE</u>	DNI N°:	<u>41324549</u>
Dirección domiciliaria:	<u>URB. VELASCO AÑEÑE - CUSCO</u>	Teléfono/Celular:	<u>947766864</u>
Grado académico:	<u>ING. CIVIL</u>		
Mención:	<u>CONSTRUCCIONES EN EDIFICACIONES Y CARRETERAS</u>		

Autor: Adaptado a Carrasco, 2021


 SOLICIO DE INGENIEROS DEL PERU
 COLEGIO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Christian Johnson Carrasco Añe
 PROGRAMA CIVIL
 CIP 79799
 Sello y firma: _____
 N° CIP: 279792

Anexo 4: Resultados de Laboratorio



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

PROYECTO : EFECTO DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDOS, PUNO 2023

SOLICITANTE : BACHILLER. CINTHIA SOLEDAD QUISPE VARGAS

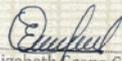
UBICACIÓN : JULIACA

FECHA : 12 DE AGOSTO DEL 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	38910.00	15.03	177.42	219.31	280	5/08/2023	12/08/2023	7	78.33%
	MUESTRA PATRON 0% DE ADICIÓN									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	38560.00	15.05	177.89	216.76	280	5/08/2023	12/08/2023	7	77.42%
	MUESTRA PATRON 0% DE ADICIÓN									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm	38200.00	15.00	176.71	216.17	280	5/08/2023	12/08/2023	7	77.20%
	MUESTRA PATRON 0% DE ADICIÓN									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm	39900.00	15.10	179.08	222.81	280	5/08/2023	12/08/2023	7	79.57%
	ADICIÓN 5% CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERAMICO									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm	40290.00	15.08	178.6	225.59	280	5/08/2023	12/08/2023	7	80.57%
	ADICIÓN 5% CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERAMICO									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	39760.00	15.02	177.19	224.39	280	5/08/2023	12/08/2023	7	80.14%
	ADICIÓN 5% CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERAMICO									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm	41410.00	15.00	176.71	234.34	280	5/08/2023	12/08/2023	7	83.69%
	ADICIÓN 7.5% CONCRETO RECICLADO - 5% CERAMICO									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.0 cm	37990.00	14.99	176.48	215.27	280	5/08/2023	12/08/2023	7	76.88%
	ADICIÓN 7.5% CONCRETO RECICLADO - 5% CERAMICO									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	38860.00	15.04	177.66	218.73	280	5/08/2023	12/08/2023	7	78.12%
	ADICIÓN 7.5% CONCRETO RECICLADO - 5% CERAMICO									

OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DEL BACHILLER.


Elizabeth Coopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

PROYECTO : EFECTO DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO
APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDOS, PUNO 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. CINTHIA SOLEDAD QUISPE VARGAS
UBICACIÓN : JULIACA
FECHA : 13 DE AGOSTO DEL 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm ADICIÓN 10% CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERAMICO	36010.00	15.08	178.6	201.62	280	6/08/2023	13/08/2023	7	72.01%
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm ADICIÓN 10% CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERAMICO	35630.00	15.01	176.95	201.36	280	6/08/2023	13/08/2023	7	71.91%
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.0 cm ADICIÓN 10% CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERAMICO	36380.00	15.12	179.55	202.62	280	6/08/2023	13/08/2023	7	72.36%
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm ADICIÓN 12.5% CONCRETO RECICLADO - 10% CERAMICO	34230.00	15.03	177.42	192.93	280	6/08/2023	13/08/2023	7	68.90%
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm ADICIÓN 12.5% CONCRETO RECICLADO - 10% CERAMICO	34170.00	15.00	176.71	193.37	280	6/08/2023	13/08/2023	7	69.06%
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm ADICIÓN 12.5% CONCRETO RECICLADO - 10% CERAMICO	34010.00	15.06	178.13	190.93	280	6/08/2023	13/08/2023	7	68.19%

OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE
- 2.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DEL BACHILLER.

GEO



Elizabeth Scopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP: 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14

TEL. 942225341 - 951810504



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

PROYECTO : EFECTO DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO
APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDOS, PUNO 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. CINTHIA SOLEDAD QUISPE VARGAS
UBICACIÓN : JULIACA
FECHA : 19 DE AGOSTO DEL 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm	43870.00	15.10	179.08	244.97	280	5/08/2023	19/08/2023	14	87.49%
	MUESTRA PATRON 0 % DE ADICIÓN									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm	44920.00	15.08	178.6	251.51	280	5/08/2023	19/08/2023	14	89.83%
	MUESTRA PATRON 0 % DE ADICIÓN									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.0 cm	43610.00	15.12	179.55	242.88	280	5/08/2023	19/08/2023	14	86.74%
	MUESTRA PATRON 0 % DE ADICIÓN									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	45190.00	15.03	177.42	254.71	280	5/08/2023	19/08/2023	14	90.97%
	ADICIÓN 5% CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERAMICO									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm	45260.00	15.00	176.71	256.13	280	5/08/2023	19/08/2023	14	91.47%
	ADICIÓN 5% CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERAMICO									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm	44980.00	15.06	178.13	252.51	280	5/08/2023	19/08/2023	14	90.18%
	ADICIÓN 5% CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERAMICO									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	45890.00	15.01	176.95	259.34	280	5/08/2023	19/08/2023	14	92.62%
	ADICIÓN 7.5% CONCRETO RECICLADO - 5% CERAMICO									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.11 x 30.0 cm	45070.00	15.11	179.32	251.34	280	5/08/2023	19/08/2023	14	89.76%
	ADICIÓN 7.5% CONCRETO RECICLADO - 5% CERAMICO									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm	46060.00	15.07	178.37	258.23	280	5/08/2023	19/08/2023	14	92.22%
	ADICIÓN 7.5% CONCRETO RECICLADO - 5% CERAMICO									

OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DEL BACHILLER.


Elizabeth Ceopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

PROYECTO : EFECTO DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTO RÍGIDOS, PUNO 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. CINTHIA SOLEDAD QUISPE VARGAS
UBICACIÓN : JULIACA
FECHA : 20 DE AGOSTO DEL 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F ^c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm	44020.00	15.10	179.08	245.81	280	6/08/2023	20/08/2023	14	87.79%
	ADICIÓN 10% CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERAMICO									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm	43880.00	15.08	178.6	245.69	280	6/08/2023	20/08/2023	14	87.75%
	ADICIÓN 10% CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERAMICO									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.0 cm	42960.00	15.12	179.55	239.26	280	6/08/2023	20/08/2023	14	85.45%
	ADICIÓN 10% CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERAMICO									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	40790.00	15.03	177.42	229.91	280	6/08/2023	20/08/2023	14	82.11%
	ADICIÓN 12.5% CONCRETO RECICLADO - 10% CERAMICO									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm	41480.00	15.00	176.71	234.73	280	6/08/2023	20/08/2023	14	83.83%
	ADICIÓN 12.5% CONCRETO RECICLADO - 10% CERAMICO									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm	40920.00	15.06	178.13	229.72	280	6/08/2023	20/08/2023	14	82.04%
	ADICIÓN 12.5% CONCRETO RECICLADO - 10% CERAMICO									

OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DEL BACHILLER.



LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

PROYECTO : EFECTO DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO
APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDOS, PUNO 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. CINTHIA SOLEDAD QUISPE VARGAS
UBICACIÓN : JULIACA
FECHA : 02 DE SETIEMBRE DEL 2023

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 0% DE ADICIÓN	54980.00	15.00	176.71	311.13	280	5/08/2023	2/09/2023	28	111.12%
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 0% DE ADICIÓN	55790.00	15.04	177.66	314.03	280	5/08/2023	2/09/2023	28	112.15%
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm MUESTRA PATRON 0% DE ADICIÓN	54680.00	15.10	179.08	305.34	280	5/08/2023	2/09/2023	28	109.05%
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.09 x 30.0 cm ADICIÓN 5% CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERAMICO	57490.00	15.09	178.84	321.46	280	5/08/2023	2/09/2023	28	114.81%
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm ADICIÓN 5% CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERAMICO	57230.00	15.02	177.19	322.99	280	5/08/2023	2/09/2023	28	115.35%
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.09 x 30.0 cm ADICIÓN 5% CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERAMICO	58010.00	15.09	178.84	324.37	280	5/08/2023	2/09/2023	28	115.85%
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.12 x 30.0 cm ADICIÓN 7.5% CONCRETO RECICLADO - 5% CERAMICO	58480.00	15.12	179.55	325.70	280	5/08/2023	2/09/2023	28	116.32%
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm ADICIÓN 7.5% CONCRETO RECICLADO - 5% CERAMICO	57980.00	15.06	178.13	325.49	280	5/08/2023	2/09/2023	28	116.25%
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm ADICIÓN 7.5% CONCRETO RECICLADO - 5% CERAMICO	58210.00	15.00	176.71	329.41	280	5/08/2023	2/09/2023	28	117.65%

OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE
- 2.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DEL BACHILLER.


Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



TRIPLE GEO C.I.B.A.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

PROYECTO : EFECTO DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO
APLICADO A PAVIMENTO RÍGIDOS, PUNO 2023

SOLICITANTE : BACHILLER. CINTHIA SOLEDAD QUISPE VARGAS

UBICACIÓN : JULIACA

FECHA : 3 DE SETIEMBRE DEL 2023

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.13 x 30.0 cm	54930.00	15.13	179.79	305.52	280	6/08/2023	3/09/2023	28	109.12%
	ADICIÓN 10% CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERAMICO									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm	55060.00	15.10	179.08	307.46	280	6/08/2023	3/09/2023	28	109.81%
	ADICIÓN 10% CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERAMICO									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm	55280.00	15.06	178.13	310.34	280	6/08/2023	3/09/2023	28	110.83%
	ADICIÓN 10% CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERAMICO									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	49700.00	15.05	177.89	279.39	280	6/08/2023	3/09/2023	28	99.78%
	ADICIÓN 12.5% CONCRETO RECICLADO - 10% CERAMICO									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.14 x 30.0 cm	50060.00	15.14	180.03	278.06	280	6/08/2023	3/09/2023	28	99.31%
	ADICIÓN 12.5% CONCRETO RECICLADO - 10% CERAMICO									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	48790.00	15.01	176.95	275.73	280	6/08/2023	3/09/2023	28	98.47%
	ADICIÓN 12.5% CONCRETO RECICLADO - 10% CERAMICO									

OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2.- LAS MUESTRAS FUERON ENSAYADAS EN PRESENCIA DEL BACHILLER.



Elizabeth
Elizabeth Ucopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP: 121750

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14

TEL. 942225341 - 951810504



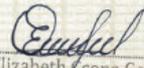
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

PROYECTO : EFECTO DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO
APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDOS, PUNO 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. CINTHIA SOLEDAD QUISPE VARGAS
UBICACIÓN : JULIACA
FECHA : 02 DE SETIEMBRE DEL 2023

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DISTANCIAS			UBICACION DE LA FALLA	LECTURA CARGA MAXIMA(kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) Mpa
					L cm	B cm	H cm				
1	MUESTRA PATRON 0% DE ADICIÓN	5/08/2023	2/09/2023	28	45.01	15.01	15.02	TERCIO CENTRAL	2290	30.44	2.99
2	MUESTRA PATRON 0% DE ADICIÓN	5/08/2023	2/09/2023	28	45.00	15.02	15.00	TERCIO CENTRAL	2310	30.76	3.02
3	MUESTRA PATRON 0% DE ADICIÓN	5/08/2023	2/09/2023	28	45.00	15.03	15.02	TERCIO CENTRAL	2280	30.26	2.97
4	ADICIÓN 5% DE CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERÁMICO	5/08/2023	2/09/2023	28	45.00	15.05	15.00	TERCIO CENTRAL	2370	31.48	3.09
5	ADICIÓN 5% DE CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERÁMICO	5/08/2023	2/09/2023	28	45.01	15.02	15.00	TERCIO CENTRAL	2400	31.96	3.13
6	ADICIÓN 5% DE CONCRETO RECICLADO - 2.5% CERÁMICO	5/08/2023	2/09/2023	28	45.00	16.01	16.01	TERCIO CENTRAL	2390	31.80	3.12
7	ADICIÓN 7.5% DE CONCRETO RECICLADO - 5% CERÁMICO	5/08/2023	2/09/2023	28	45.00	16.04	15.02	TERCIO CENTRAL	2230	29.58	2.90
8	ADICIÓN 7.5% DE CONCRETO RECICLADO - 5% CERÁMICO	5/08/2023	2/09/2023	28	45.00	15.03	15.01	TERCIO CENTRAL	2250	29.90	2.93
9	ADICIÓN 7.5% DE CONCRETO RECICLADO - 5% CERÁMICO	5/08/2023	2/09/2023	28	45.01	15.05	15.00	TERCIO CENTRAL	2270	30.16	2.96

OBSERVACIONES:
* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.


Elizabeth Copacordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP: 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 94225341 - 951810504



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología · Geofísica · Geotecnia

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

PROYECTO : EFECTO DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO
APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDOS, PUNO 2023

SOLICITANTE : BACHILLER. CINTHIA SOLEDAD QUISPE VARGAS

UBICACIÓN : JULIACA

FECHA : 03 DE SETIEMBRE DEL 2023

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DISTANCIAS			UBICACION DE LA FALLA	LECTURA CARGA MAXIMA(kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) Mpa
					L cm	B cm	H cm				
10	ADICIÓN 10% DE CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERÁMICO	6/08/2023	3/09/2023	28	45.01	15.02	15.00	TERCIO CENTRAL	2240	29.83	2.83
11	ADICIÓN 10% DE CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERÁMICO	6/08/2023	3/09/2023	28	45.00	15.03	15.02	TERCIO CENTRAL	2210	29.33	2.88
12	ADICIÓN 10% DE CONCRETO RECICLADO - 7.5% CERÁMICO	6/08/2023	3/09/2023	28	45.01	15.05	15.00	TERCIO CENTRAL	2190	29.11	2.85
13	ADICIÓN 12.5% DE CONCRETO RECICLADO - 10% CERÁMICO	8/02/2022	8/03/2022	28	45.01	15.01	15.02	TERCIO CENTRAL	2150	28.58	2.80
14	ADICIÓN 12.5% DE CONCRETO RECICLADO - 10% CERÁMICO	8/02/2022	8/03/2022	28	45.00	15.03	15.01	TERCIO CENTRAL	2170	28.84	2.83
15	ADICIÓN 12.5% DE CONCRETO RECICLADO - 10% CERÁMICO	8/02/2022	8/03/2022	28	45.00	15.04	15.03	TERCIO CENTRAL	2120	28.08	2.75

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO. POR EL SOLICITANTE.

GEO


Elizabeth Copra Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIR 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

PROYECTO : EFECTO DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECLICADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTOS RÍGIDO, PUNO 2023
SOLICITANTE : BACHILLER. CINTHIA SOLEDAD QUISPE VARGAS
UBICACIÓN : JULIACA
ZONA : BLOQUES DE CONCRETO DEL (BOTADERO DE JULIACA)
DISEÑO : 280 Kg/Cm²
FECHA : 01 DE AGOSTO DEL 2023

Nro. TOTAL DE GOLPES	f'c CALCULADA Kg/Cm ²	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN AÑOS	%	OBSERVACIONES
10	320		1/08/2023		114	0°

ZONA : BLOQUE DE CONCRETO
DISEÑO : 280 Kg/Cm²

Nro. TOTAL DE GOLPES	f'c CALCULADA Kg/Cm ²	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN AÑOS	%	OBSERVACIONES
10	340		1/08/2023		121	0°

ZONA : BLOQUE DE CONCRETO
DISEÑO : 280 Kg/Cm²

Nro. TOTAL DE GOLPES	f'c CALCULADA Kg/Cm ²	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN AÑOS	%	OBSERVACIONES
10	310		1/08/2023		111	0°

OBSERVACIONES :

* EL MARTILLO DE LA PRUEBA ES PARA USO EN ESPECIMENES QUE USAN EL CEMENTO PORTLAND CONVENCIONAL, ARENA FINA Y ARENA GRUESA QUE VAN EN LA EDAD DE 14 A 56 DÍAS


Elizabeth Coopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.**

MÉTODO ESTÁNDAR DE ENSAYO PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO

PROYECTO: EFECTOS DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTOS PUNO 2023

Ubicación: Lugar: Puno Provincia: Juliaca
 Distrito: Juliaca Edad del espécimen: 28 días Región: Puno
 Hecho por: Muestreo realizado y ensayadas en presencia del solicitante. Fecha: Setiembre, 2023
 Solicitante: Bach. Cinthia Soledad Quispe Vargas Fecha de ensayo: 16/09/2023 Tipo: Cilíndricas (15 Ø x 5 cm)

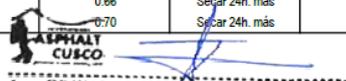
NORMA: ASTM C - 642

1. DATOS DE LABORATORIO: MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)

MC+0.0%	24h.	48h.	Δ%	Observación	72h.	Δ%	Observación	MSF (g)
1	2368	2359	0.38	OK		100.00	-	2359
2	2365	2362	0.13	OK		100.00	-	2362
3	2371	2367	0.17	OK		100.00	-	2367
RC (5%) RCE (2.5%)	24h.	48h.	Δ%	Observación	72h.	Δ%	Observación	MSF (g)
1	2373	2369	0.17	OK		100.00	-	2369
2	2375	2370	0.21	OK		100.00	-	2370
3	2376	2373	0.13	OK		100.00	-	2373
RC (7.5%) RCE (5%)	24h.	48h.	Δ%	Observación	72h.	Δ%	Observación	MSF (g)
1	2375	2373	0.08	OK		100.00	-	2373
2	2377	2374	0.13	OK		100.00	-	2374
3	2378	2377	0.04	OK		100.00	-	2377
RC (10%) RCE (7.5%)	24h.	48h.	Δ%	Observación	72h.	Δ%	Observación	MSF (g)
1	2378	2360	0.76	Secar 24h. más	2368	0.34	OK	2368
2	2381	2365	0.67	Secar 24h. más	2360	0.21	OK	2360
3	2380	2363	0.71	Secar 24h. más	2355	0.34	OK	2355
RC (12.5%) RCE (10%)	24h.	48h.	Δ%	Observación	72h.	Δ%	Observación	MSF (g)
1	2388	2372	0.67	Secar 24h. más	2365	0.30	OK	2365
2	2385	2371	0.59	Secar 24h. más	2366	0.21	OK	2366
3	2384	2369	0.63	Secar 24h. más	2361	0.34	OK	2361

2. DATOS DE LABORATORIO: MASA DE PROBETA DESPUÉS DE INMERSIÓN EN AGUA (g)

MC+0.0%	48h.	72h.	Δ%	Observación	96h.	Δ%	Observación	MDIF (g)
1	2404	2419	0.62	Secar 24h. más	2410	0.37	OK	2410
2	2397	2415	0.75	Secar 24h. más	2405	0.41	OK	2405
3	2399	2413	0.58	Secar 24h. más	2408	0.21	OK	2408
RC (5%) RCE (2.5%)	48h.	72h.	Δ%	Observación	96h.	Δ%	Observación	MDIF (g)
1	2409	2401	0.33	OK		100.00	-	2401
2	2407	2398	0.37	OK		100.00	-	2398
3	2411	2403	0.33	OK		100.00	-	2403
RC (7.5%) RCE (5%)	48h.	72h.	Δ%	Observación	96h.	Δ%	Observación	MDIF (g)
1	2412	2403	0.37	OK		100.00	-	2403
2	2410	2405	0.21	OK		100.00	-	2405
3	2414	2411	0.12	OK		100.00	-	2411
RC (10%) RCE (7.5%)	48h.	72h.	Δ%	Observación	96h.	Δ%	Observación	MDIF (g)
1	2417	2407	0.41	OK		100.00	-	2407
2	2418	2410	0.33	OK		100.00	-	2410
3	2419	2413	0.25	OK		100.00	-	2413
RC (12.5%) RCE (10%)	48h.	72h.	Δ%	Observación	96h.	Δ%	Observación	MDIF (g)
1	2427	2445	0.74	Secar 24h. más	2440	0.20	OK	2440
2	2422	2438	0.66	Secar 24h. más	2429	0.37	OK	2429
3	2423	2440	0.70	Secar 24h. más	2447	0.29	OK	2447


Ing. EDUAR ALAIN DEL SOLAR SUEROS
 CIP 189553
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.**

MÉTODO ESTÁNDAR DE ENSAYO PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO

PROYECTO: EFECTOS DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTOS PUNO 2023

Ubicación: Lugar: Puno Provincia: Juliaca
 Distrito: Juliaca Edad del espécimen: 28 días Región: Puno
Hecho por: Muestreo realizado y ensayadas en presencia del solicitante. Fecha: Setiembre, 2023
Solicitante: Bach. Cinthia Soledad Quispe Vargas Fecha de ensayo: 16/09/2023 Tipo: Cilíndricas (15 Ø x 5 cm)

NORMA: ASTM C - 642

3. DATOS DE LABORATORIO: MASA DESPUES DE INMERSIÓN (g)

PROBETA N°	EBULLICIÓN (5 hr + 14 hr)				
	MC+0,0%	RC (5%) + RCE (2,5%)	RC (7,5%) + RCE (5%)	RC (10%) + RCE (7,55%)	RC (12,5%) + RCE (10%)
1	2405	2412	2388	2403	2425
2	2411	2400	2390	2401	2427
3	2415	2404	2391	2398	2411

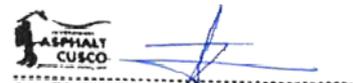
PROBETA N°	SUMERGIDO APARENTE				
	MC+0,0%	RC (5%) + RCE (2,5%)	RC (7,5%) + RCE (5%)	RC (10%) + RCE (7,55%)	RC (12,5%) + RCE (10%)
1	1991	1988	1974	1988	2011
2	2002	1991	1981	1992	2018
3	2000	1989	1976	1983	1996

4. RESULTADOS

PROPIEDAD	PROBETA N°	MC+0,0%	RC (5%) + RCE (2,5%)	RC (7,5%) + RCE (5%)	RC (10%) + RCE (7,55%)	RC (12,5%) + RCE (10%)
ABSORCIÓN DESPUES DE INMERSIÓN (ABS DI) (%)	1	2.16	1.35	1.26	1.65	3.17
	2	1.82	1.18	1.31	2.12	2.66
	3	1.73	1.26	1.43	2.46	3.64
ABSORCIÓN DESPUES DE INMERSIÓN Y EBULLICIÓN (ABS DIE) (%)	1	1.95	1.82	0.63	1.48	2.54
	2	2.07	1.27	0.67	1.74	2.58
	3	2.03	1.31	0.59	1.83	2.12
DENSIDAD GLOBAL SECA (DGS) (g/cm ³)	1	5.70	5.59	5.73	5.71	5.71
	2	5.78	5.79	5.80	5.77	5.78
	3	5.70	5.72	5.73	5.67	5.69
DENSIDAD DESPUES DE INMERSIÓN (DDI) (g/cm ³)	1	5.82	5.66	5.80	5.80	5.89
	2	5.88	5.86	5.88	5.89	5.94
	3	5.80	5.79	5.81	5.81	5.90
DENSIDAD DESPUES DE INMERSIÓN Y EBULLICIÓN (DDIE) (g/cm ³)	1	5.81	5.69	5.77	5.79	5.86
	2	5.89	5.87	5.84	5.87	5.93
	3	5.82	5.79	5.76	5.78	5.81
DENSIDAD APARENTE (DA) (g/cm ³)	1	6.41	6.22	5.95	6.23	6.68
	2	6.56	6.25	6.04	6.41	6.80
	3	6.45	6.18	5.93	6.33	6.47
VOLUMEN DE VACÍOS (VV) (g/cm ³)	1	11.11	10.14	3.62	8.43	14.49
	2	11.98	7.33	3.91	10.02	14.91
	3	11.57	7.47	3.37	10.36	12.05

5. PROMEDIOS

PROPIEDAD	MC+0,0%	RC (5%) + RCE (2,5%)	RC (7,5%) + RCE (5%)	RC (10%) + RCE (7,55%)	RC (12,5%) + RCE (10%)
ABS. DI (%)	1.90	1.27	1.33	2.08	3.16
ABS. DIE (%)	2.02	1.46	0.63	1.68	2.41
DGS (g/cm ³)	5.73	5.70	5.75	5.72	5.73
DDI (g/cm ³)	5.83	5.77	5.83	5.84	5.91
DDIE (g/cm ³)	5.84	5.78	5.79	5.81	5.87
DA (g/cm ³)	6.47	6.22	5.97	6.33	6.65
VV (g/cm ³)	11.55	8.32	3.64	9.61	13.82


Ing. EDUAR ALAIN DEL SOLAR SUEROS
 CIP 189553
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS



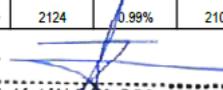
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
INVERSIONES ASPHALT CUSCO E.I.R.L.**

**MÉTODO ESTÁNDAR DE ENSAYO PARA LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE SUPERFICIES DE CONCRETO O MORTERO
MEDIANTE EL MÉTODO DE CORTE GIRATORIO**

PROYECTO: EFECTOS DEL CONCRETO Y CERÁMICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO APLICADO A PAVIMENTOS PUNO 2023

Ubicación: Lugar: Puno Provincia: Juliaca
 Distrito: Jualiaca Región: Puno
 Hecho por: Muestreo realizado y ensayadas en presencia del solicitante. Fecha: Julio, 2023
 Solicitante: Bach. Cinthia Soledad Quispe Vargas Tipo: Cilíndricas (15 Ø x 3 cm)

NORMA UTILIZADA:	ASTM C944/C944									
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	FECHA DE ELABORACIÓN DE LA PROBETA							25/07/2023	
Nº DE PROBETAS:	3	FECHA DE ENSAYO								11/09/2023
Propiedad	Peso Inicial (g)	1 Ciclo (g)	%	2 Ciclo (g)	%	3 Ciclo (g)	%	% Desgaste Media	Media Total (%)	
1 - MC+0,0%	2343	2318	1.08%	2303	0.65%	2284	0.83%	0.85%	0.69%	
2 - MC+0,0%	2110	2089	1.01%	2074	0.72%	2065	0.44%	0.72%		
3 - MC+0,0%	2354	2334	0.86%	2329	0.21%	2319	0.43%	0.50%		
1 - RC _{5%} + RCE _{-2,5%}	2309	2302	0.30%	2297	0.22%	2281	0.70%	0.41%	0.39%	
2 - RC _{5%} + RCE _{-2,5%}	2203	2198	0.23%	2193	0.23%	2178	0.69%	0.38%		
3 - RC _{5%} + RCE _{-2,5%}	2293	2291	0.09%	2288	0.13%	2268	0.88%	0.37%		
1 - RC _{7,5%} + RCE _{-5,0%}	2324	2318	0.26%	2313	0.22%	2305	0.35%	0.27%	0.27%	
2 - RC _{7,5%} + RCE _{-5,0%}	2253	2249	0.18%	2243	0.27%	2238	0.22%	0.22%		
3 - RC _{7,5%} + RCE _{-5,0%}	2327	2323	0.17%	2313	0.43%	2305	0.35%	0.32%		
1 - RC _{10%} + RCE _{-7,5%}	2146	2136	0.47%	2126	0.47%	2119	0.33%	0.42%	0.47%	
2 - RC _{10%} + RCE _{-7,5%}	2395	2379	0.67%	2375	0.17%	2372	0.13%	0.32%		
3 - RC _{10%} + RCE _{-7,5%}	2047	2032	0.74%	2023	0.44%	2006	0.85%	0.68%		
1 - RC _{12,5%} + RCE _{-10%}	2450	2445	0.20%	2424	0.87%	2414	0.41%	0.50%	0.67%	
2 - RC _{12,5%} + RCE _{-10%}	2284	2274	0.44%	2255	0.84%	2241	0.62%	0.64%		
3 - RC _{12,5%} + RCE _{-10%}	2165	2145	0.93%	2124	0.99%	2109	0.71%	0.88%		


Ing. EDUAR ALAIN DEL SOLAR SUEROS
 CIP 189553
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

Anexo 5: Certificado de calibración de equipos



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 028 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0485-2023
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	120000 kgf
Marca	PERUTEST
Modelo	PC-120
Número de Serie	1080
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315-XSP
Número de Serie	1080
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-03-30

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

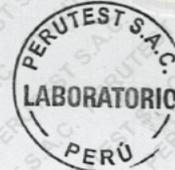
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2023-03-31

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 028 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.8 °C	14.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga de 150 tn con una incertidumbre de 241 kg	INF-LE N° 042-22 (B)

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 028 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	12000	12063	12068	12068	12066
20	24000	24112	24107	24082	24101
30	36000	36132	36127	36127	36129
40	48000	48178	48188	48183	48183
50	60000	60238	60238	60243	60240
60	72000	72284	72284	72294	72288
70	84000	84356	84356	84361	84357
80	96000	96412	96493	96478	96461
90	108000	108525	108515	108525	108521
100	120000	120572	120572	120577	120574
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
12000	-0.54	0.04	0.04	0.08	0.34
24000	-0.30	0.12	0.50	0.04	0.42
36000	-0.25	0.01	0.44	0.03	0.41
48000	-0.27	0.02	0.45	0.02	0.40
60000	-0.29	0.01	0.45	0.02	0.41
72000	-0.28	0.01	0.47	0.01	0.42
84000	-0.30	0.01	0.51	0.01	0.43
96000	-0.35	0.08	0.54	0.01	0.43
108000	-0.33	0.01	0.58	0.01	0.45
120000	-0.32	0.00	0.61	0.01	0.46

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.10 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LD - 035 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

Página 1 de 2

1. Expediente	4460-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento de medición	MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO
Marca	FORNEY
Modelo	LA-0352
Número de Serie	1007
Alcance de Indicación	100 Número de Rebote
Div. Escala / Resolución	1 Número de Rebote
Identificación	NO INDICA
Tipo	ANALÓGICO
5. Fecha de Calibración	2022-12-26

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

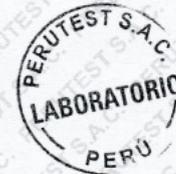
Fecha de Emisión

2022-12-26

Jefe de Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📌 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LD - 035 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

Página 2 de 2

6. Método de Calibración

La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Dureza de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50-B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de referencia

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Yunque de Calibración	LABORATORIO DE MATERIALES / PUCP MAT-ABR-0376-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALBRADO**.
- El yunque de calibración se colocó sobre una base rígida para obtener números de rebote confiable.
- La calibración en el yunque de calibración, no garantiza que el martillo dará lecturas repetibles en otros puntos de la escala de lectura.

11. Resultados de Medición

Número de Mediciones	Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar
1	79.5
2	80.5
3	81.0
4	80.0
5	80.0
6	80.5
7	81.0
8	81.0
9	79.0
10	80.0
PROMEDIO	80.3
Desv. Estándar	0.68



Nota 1.- Para una mejor toma de datos se subdividió la división mínima del equipo en 2 partes.

Nota 2.- El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de 80 ± 2 , según norma internacional ASTM C805.

FIN DE DOCUMENTO

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📌 PERUTEST SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-018-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 10

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO TRIPLE GEO UBICADO EN LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,6 °C	15,8 °C
Humedad relativa	40,1 %	40,1 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Termómetro digital con 10 sensores tipo K (CH01 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0,15 °C a 0,16 °C	LT-0417-2023

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La carga para la medición consistió de 8 recipientes con muestras.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-018-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 10

1. **Expediente:** 0403
2. **Solicitante:** TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. **Dirección:** LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. **Equipo:** HORNO DE SECADO
- Marca:** PERUTEST
- Modelo:** PT-H136
- N° de serie:** 127
- Procedencia:** PERÚ
- Identificación:** NO INDICA
- Ubicación:** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C A 300 °C	0 °C A 300 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	DIGITAL

5. **Fecha de calibración** 2023-06-24

Fecha de Emisión

2023-06-30



Firmado digitalmente por:
BARTOLO CHUQUIBALA JUAN
CARLOS FIR 42443885 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 03/07/2023 16:05:36-0500

Jefe del Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ comercial@calibratec.com.pe
📌 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-018-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 10 de 10

FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-018-2023**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 10

11. Resultados de la medición

Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteó en 60 °C

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 60 °C ± 5 °C

Tiempo min	Tem. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T _{máx} - T _{mín} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,0	58,2	58,8	59,7	59,2	58,8	58,8	60,0	58,9	59,3	59,4	59,1	1,8
02	60,0	58,2	58,8	59,8	59,2	58,8	58,8	60,0	59,0	59,4	59,5	59,2	1,8
04	60,0	58,3	58,9	59,7	59,2	58,8	58,9	60,0	59,0	59,3	59,4	59,2	1,7
06	60,0	58,3	58,9	59,7	59,3	58,8	58,8	60,0	59,1	59,4	59,4	59,2	1,7
08	59,9	58,3	58,9	59,7	59,3	58,8	58,9	60,0	59,0	59,4	59,5	59,2	1,7
10	59,8	58,2	58,8	59,7	59,2	58,8	58,8	60,0	59,0	59,4	59,4	59,1	1,8
12	59,8	58,3	58,9	59,7	59,3	58,8	58,8	60,0	59,1	59,4	59,5	59,2	1,7
14	59,8	58,3	58,9	59,8	59,3	58,8	58,9	60,0	59,1	59,4	59,4	59,2	1,7
16	59,8	58,3	58,9	59,7	59,2	58,8	58,9	60,0	59,1	59,4	59,5	59,2	1,7
18	60,0	58,2	58,8	59,7	59,2	58,8	58,8	60,0	59,0	59,4	59,4	59,1	1,8
20	60,0	58,3	58,8	59,7	59,2	58,8	58,8	60,0	59,1	59,4	59,5	59,2	1,7
22	60,0	58,3	58,9	59,7	59,2	58,9	58,9	60,0	59,1	59,4	59,4	59,2	1,7
24	60,0	58,3	58,9	59,8	59,3	58,9	58,9	60,0	59,1	59,4	59,4	59,2	1,7
26	60,0	58,3	58,9	59,8	59,3	58,9	58,9	60,1	59,1	59,4	59,4	59,2	1,8
28	60,0	58,2	58,9	59,8	59,2	58,9	58,8	60,1	59,0	59,3	59,4	59,2	1,9
30	60,0	58,3	58,9	59,7	59,2	58,8	58,9	60,0	59,1	59,4	59,4	59,2	1,7
32	60,0	58,3	58,8	59,7	59,2	58,9	58,9	60,0	59,1	59,4	59,5	59,2	1,7
34	60,0	58,3	58,8	59,7	59,2	58,9	58,8	60,0	59,1	59,4	59,5	59,2	1,7
36	60,0	58,3	58,9	59,7	59,3	58,9	58,9	60,0	59,0	59,4	59,5	59,2	1,7
38	60,0	58,4	58,9	59,8	59,3	58,9	58,9	60,1	59,1	59,4	59,5	59,2	1,7
40	60,0	58,3	58,9	59,7	59,3	58,9	58,9	60,0	59,1	59,3	59,4	59,2	1,7
42	60,0	58,3	58,9	59,8	59,3	58,9	58,9	60,0	59,0	59,4	59,4	59,2	1,7
44	60,0	58,2	58,9	59,7	59,2	58,9	58,8	60,0	59,1	59,4	59,5	59,2	1,8
46	60,0	58,3	58,8	59,7	59,2	58,9	58,8	60,0	59,1	59,3	59,4	59,2	1,7
48	60,0	58,3	58,8	59,6	59,2	58,8	58,8	60,0	59,1	59,4	59,4	59,1	1,7
50	60,0	58,3	58,8	59,7	59,2	58,8	58,8	60,0	59,0	59,3	59,4	59,1	1,7
52	60,0	58,2	58,9	59,8	59,2	58,9	58,9	60,0	59,0	59,4	59,4	59,2	1,8
54	60,0	58,3	58,8	59,8	59,2	58,9	58,9	60,0	59,0	59,4	59,4	59,2	1,7
56	59,8	58,3	58,9	59,8	59,3	58,9	58,9	60,1	59,1	59,5	59,5	59,2	1,8
58	60,0	58,3	58,9	59,8	59,2	58,9	58,9	60,0	59,1	59,4	59,5	59,2	1,7
60	60,0	58,2	58,8	59,6	59,2	58,8	58,8	59,9	59,0	59,3	59,4	59,1	1,7
T. PROM		58,3	58,9	59,7	59,2	58,9	58,9	60,0	59,1	59,4	59,4	59,2	
Temp. máxima		58,4	58,9	59,8	59,3	58,9	58,9	60,1	59,1	59,5	59,5		
Temp. mínima		58,2	58,8	59,6	59,2	58,8	58,8	59,9	58,9	59,3	59,4		
DTT		0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1		



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 071 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 2

1. Expediente	02799-2022
2. Solicitante	TRIPLE GEO E.I.R.L.
3. Dirección	MZA. G LOTE. 14 URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Diametro	8 pulgadas
Designacion	No. 4 4.75 mm
Marca	SOIL TEST, INC
Número de serie	437706
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2022-08-08

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-08-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 085 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1406-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL	
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	8341160148	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-04-10

Fecha de Emisión

2023-04-10

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSÉ ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 084 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1406-2023
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	6200 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NVT6201ZH
Número de Serie	8341346471
Capacidad mínima	2.0 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-04-10

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-04-10

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perufest.com.pe
📌 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 083 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1406-2023
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO - PUNO - PUNO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	620 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.01 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NV622ZH
Número de Serie	8342157591
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-04-10

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-04-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



📞 913 028 621 / 913 028 622
📞 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉️ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Anexo 6: Panel fotográfico



Imagen 1. Materiales reciclados (concreto – cerámico).



Imagen 2. Cantera de agregados naturales Yocara Cabanillas.



Imagen 3. Ensayos de granulometría de los agregados.



Imagen 4. Elaboración y curado de las briquetas



Imagen 5. Ensayo de absorción de agua del concreto.



Imagen 6. Ensayo de durabilidad (desgaste) del concreto.



Imagen 7. Ensayos de resistencia a la flexión.



Imagen 8. Ensayos de resistencia a la compresión.